



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

**LARISSE RODRIGUES LIMA VIANA**

**APLICAÇÃO DO MASP NA REDUÇÃO DO NÍVEL DE DEFEITOS NO PROCESSO  
DE PRÉ-PINTURA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS EÓLICAS: UM  
ESTUDO DE CASO.**

**FORTALEZA**

**2018**

LARISSA RODRIGUES LIMA VIANA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MASP NA REDUÇÃO DO NÍVEL DE DEFEITOS  
NO PROCESSO DE PRÉ-PINTURA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS  
EÓLICAS: UM ESTUDO DE CASO.**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Alysson Andrade Amorim.

**FORTALEZA**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- V667a Viana, Larisse Rodrigues Lima.  
APLICAÇÃO DO MASP NA REDUÇÃO DO NÍVEL DE DEFEITOS NO PROCESSO DE PRÉ-  
PINTURA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS EÓLICAS: UM ESTUDO DE CASO /  
Larisse Rodrigues Lima Viana. – 2018.  
87 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Me. Alysson Andrade Amorim.
1. MASP. 2. PDCA. 3. Qualidade. 4. Indicador. 5. Pré-pintura. I. Título.

CDD 658.5

---

LARISSA RODRIGUES LIMA VIANA

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MASP NA REDUÇÃO DO NÍVEL DE DEFEITOS  
NO PROCESSO DE PRÉ-PINTURA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS  
EÓLICAS: UM ESTUDO DE CASO.**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

PROF. ME ALYSSON ANDRADE AMORIM (ORIENTADOR)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

---

PROF. DR. HERÁCLITO LOPES JAGUARIBE PONTES  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

---

PROF. DR. ANSELMO RAMALHO PITOMBEIRA NETO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

À minha mãe, Iracilda, pelo seu apoio, oração e dedicação. Muito obrigada!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me permitiu concluir essa etapa por meio de muito esforço e aprendizado. Sua benção sobre mim foi imprescindível para atingir esse objetivo, sem Deus à frente, eu não teria conseguido sozinha.

Agradeço a minha mãe por todo o apoio durante minha graduação, ela que sempre orou por mim e fez de tudo para que eu superasse cada dificuldade ao longo da caminhada, e principalmente no decorrer da Monografia.

Agradeço aos meus demais familiares, avós, pai, irmão, e principalmente irmã que me acolheu durante um período na sua casa, conforme estratégia minha, para ajudar na otimização do tempo a fim de concluir este trabalho. Agradeço ao apoio do Pedro Ítalo que deixou a minha caminhada um pouco mais leve, ajudando-me durante a correria do dia-a-dia.

Agradeço aos meus amigos da empresa onde trabalho, sem o apoio e ajuda deles não teria sido possível realizar esta pesquisa, em especial Reginaldo Martins, Vagner Lourenço, Inácio Andrade, Pedro Lima, Heitor Antunes, Davi Albuquerque, Igor Barreira e Marcos Brasil. Eles foram muito importantes por cada lição aprendida e contribuíram muito pelo meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos da graduação, agradeço por todo apoio moral, motivação e incentivo para conseguir atingir meu objetivo, em especial Brenda Mikaelly, Bruno André, Alexandre Oliveira, Andrea Barroso, Grasielle Cabral, Isadora Ribeiro, Weiner Nobre, João Paulo Costa, Victor Levi, Matheus Cruz e ao meu amigo Jardel Oliveira, que mesmo longe (do outro lado do oceano), foi inspirador para mim e que nunca deixou de acreditar no meu potencial e na minha capacidade, mesmo quando diziam ser impossível conseguir cursar e ser aprovada em 9 disciplinas em um semestre, e fazer o TCC somado a 5 disciplinas em outro semestre (obrigada Jardel por nunca desistir de mim).

Agradeço também aos meus professores do curso de Engenharia de Produção Mecânica, em especial ao Alysson Amorim, meu orientador, pela paciência, dedicação e confiança, o professor que mais me inspira pela cordialidade, disposição em ajudar seus alunos, e pela capacidade de ser gentil mesmo quando precisa “dar um puxão de orelha”, tenho muito a agradecer a ele.

Por fim, obrigada a todos que estiveram presentes na minha caminhada, que me ajudaram de alguma forma, muitas pessoas no ramo profissional e estudantil foram importantes na minha trajetória. Sou muito grata por cada pessoa que passou pela minha vida.

“Se você não puder se destacar pelo talento,  
vença pelo esforço”.

Dave Weinbaum.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto da aplicação do MASP e sua utilização do método PDCA para melhoria do resultado indesejado do processo de pré-pintura no setor produtivo de acabamento em uma indústria de pás eólicas, cujo número de defeitos por produto estava quatro vezes acima do exigido pelo cliente. Através da apresentação dos fatos, em ordem cronológica, o estudo de caso foi dividido em etapas onde é possível observar a aplicação das fases do MASP e o impacto de cada uma nos indicadores de qualidade, em conjunto com as ferramentas de gestão da qualidade, para buscar reduzir o alto índice de produtos defeituosos e não gerar perdas. Buscou-se conhecer o processo e como se dava o fluxo produtivo devido às intervenções ocasionadas pela não qualidade das pás. As sugestões de observação e análise para trabalhos futuros foram explanadas também neste trabalho. Concluiu-se que a aplicação do método de solução de problemas foi efetiva para atingir a meta e que o indicador de qualidade referente ao processo reduziu 99% quando relacionado os valores no início e ao final do estudo.

Palavras-chave: MASP, Ciclo PDCA, Indicador de qualidade, Redução de defeitos, Processo de pré-pintura, Acabamento de pás eólicas.



## ABSTRACT

The present work aims to analyze the impact of the application of MASP and its use of the PDCA method to improve the undesired result of the pre-painting process in the productive sector of finishing in a wind turbine industry, whose number of defects per product was four times than the customer requires. Through the presentation of the facts, in chronological order, the case study was divided into stages where it is possible to observe the application of the MASP phases and the impact of each one on the quality indicators, together with the quality management tools, to reduce the high rate of defective products and not generate losses. It was sought to know the process and how the productive flow was given due to the interventions caused by the non-quality of the blades. The suggestions of observation and analysis for future work were also explained in this paper. It was concluded that the application of the problem solving method was effective to reach the goal and that the quality indicator related to the process reduced 99% when related values at the beginning and at the end of the study.

Key words: MASP, PDCA cycle, Quality indicator, Reduction of defects, Pre-painting process, Wind turbine finishing.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H – *What, Why, Where, When, Who, How, How Much*

ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

EAC – Equipe Autocontrole

FPY – *First Pass Yield*

GUT – Gravidade, Urgência, Tendência

IFPY – *Internal First Pass Yield*

JUSE – *Union Of Japanese Scientists And Engineers*

MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

PDCA – *Plan, Do, Check, Action*

STP – Sistema Toyota de Produção

TQC – *Total Quality Control*

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Eras da Qualidade .....   | 21 |
| Figura 2 – Evolução Histórica do Conceito de Qualidade .....                     | 22 |
| Figura 3 – Ciclo da Análise de Pareto .....                                      | 28 |
| Figura 4 – Os 6M's do Diagrama de Causa e Efeito .....                           | 29 |
| Figura 5 – Legenda de preenchimento da Matriz GUT .....                          | 30 |
| Figura 6 – Ciclo PDCA .....  | 31 |
| Figura 7 – Ciclo PDCA como método para melhorar resultados .....                 | 37 |
| Figura 8 – Relação entre PDCA e MASP .....                                       | 38 |
| Figura 9 – Desperdícios no processo .....  | 39 |
| Figura 10 – Estrutura de indicadores .....                                       | 41 |
| Figura 11 – Categorias dos Custos da Qualidade .....                             | 42 |
| Figura 12 – Tendência de Geração de Energia Eólica no Brasil .....               | 46 |
| Figura 13 – Composição de Pás para Aerogeradores – Setor Laminação.....          | 49 |
| Figura 14 – Corte Transversal da Pá Eólica .....                                 | 49 |
| Figura 15 – Composição das pás para Aerogeradores – Setor Acabamento .....       | 50 |
| Figura 16 – Processo Pré-pintura - Acabamento .....                              | 51 |
| Figura 17 – Linha do Tempo 2017 – 2018 das Etapas do Estudo .....                | 52 |
| Figura 18 – Relação entre as Fases do MASP e as Etapas do Estudo de Caso .....   | 52 |
| Figura 19 – Fluxograma do Processo de Pré-pintura na Semana 38 .....             | 57 |
| Figura 20 – Detalhamento do modelo de <i>checklist</i> de inspeção .....         | 60 |
| Figura 21 – Diagrama de Ishikawa para excesso de poros nas pás do Cliente X..... | 64 |
| Figura 22 – Matriz GUT de priorização .....                                      | 65 |
| Figura 23 – Representação do Procedimento Padrão de Inspeção Pré-pintura .....   | 67 |
| Figura 24 – Fluxograma do Processo de Pré-pintura na Semana 10 .....             | 74 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 – Matriz Energética Brasileira.....   | 45 |
| Gráfico 2 – Histórico de aprovação de pás – Inspeção do Cliente S38.....                  | 58 |
| Gráfico 3 – Média de defeitos por pá por semana – Inspeção do Cliente S38.....            | 58 |
| Gráfico 4 – Total de defeitos S38 – Inspeção do Cliente .....                             | 59 |
| Gráfico 5 – Evolução dos tipos de defeitos por semana – Inspeção do Cliente S38.....      | 59 |
| Gráfico 6 – Evolução da quantidade média de defeitos por pá – Inspeção Qualidade.....     | 61 |
| Gráfico 7 – Gráfico de Pareto Semana 43 – Pré-pintura .....                               | 62 |
| Gráfico 8 – Estratificação por pá na Semana 43 .....                                      | 62 |
| Gráfico 9 – Estratificação por localidade dos defeitos na Semana 43.....                  | 63 |
| Gráfico 10 – Histórico de aprovação de pás – Inspeção do Cliente S47.....                 | 68 |
| Gráfico 11 – Média de defeitos por pá por semana – Inspeção do Cliente S47.....           | 68 |
| Gráfico 12 – Evolução dos tipos de defeitos por semana – Inspeção do Cliente S47.....     | 69 |
| Gráfico 13 – Gráfico de Dispersão da relação entre quantidade de material e defeitos..... | 75 |
| Gráfico 14 – Evolução da quantidade média de defeitos por pá – Inspeção Qualidade e AC .  | 76 |
| Gráfico 15 – Histórico de Aprovação de Pás – Semana 17 – Inspeção Final .....             | 77 |
| Gráfico 16 – Gráfico de evolução da relação entre PDCA e Indicador de qualidade .....     | 78 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Relação entre a falta de estruturação e as ações para contê-la ..... | 66 |
| Quadro 2 – Plano de Ação através da ferramenta 5W2H.....                        | 70 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 16 |
| 1.1. Contextualização.....                                     | 16 |
| 1.2. Objetivos.....  | 17 |
| 1.2.1. Objetivo Geral .....                                    | 17 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....                             | 17 |
| 1.3. Justificativa .....                                       | 18 |
| 1.4. Metodologia.....  | 19 |
| 1.5. Estrutura do Trabalho .....                               | 19 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                  | 21 |
| 2.1. Evolução Histórica da Qualidade .....                     | 21 |
| 2.1.1. Conceito da Qualidade.....                              | 21 |
| 2.1.2. Ênfase na Inspeção da Qualidade .....                   | 22 |
| 2.2. Gestão da Qualidade e Ferramentas.....                    | 23 |
| 2.2.1. Processo de controle .....                              | 25 |
| 2.2.2. Estratificação .....                                    | 26 |
| 2.2.3. Lista de verificação ( <i>Checklist</i> ).....          | 27 |
| 2.2.4. Diagrama de Pareto .....                                | 27 |
| 2.2.5. Diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa) ..... | 28 |
| 2.2.6. Matriz GUT .....  | 29 |
| 2.2.7. Fluxograma.....   | 30 |
| 2.2.8. Tempestade de ideias ( <i>Brainstorming</i> ).....      | 30 |
| 2.2.9. 5W2H .....  | 30 |
| 2.2.10. Gráfico de Dispersão .....                             | 31 |
| 2.3. PDCA.....   | 31 |
| 2.4. MASP – Método de análise e solução de problemas.....      | 32 |
| 2.4.1. Fase 1 – Identificação do problema.....                 | 33 |
| 2.4.2. Fase 2 – Observação do problema.....                    | 33 |
| 2.4.3. Fase 3 – Análise.....                                   | 34 |
| 2.4.4. Fase 4 – Plano de ação.....                             | 35 |
| 2.4.5. Fase 5 – Ação .....                                     | 36 |
| 2.4.6. Fase 6 – Verificação .....                              | 36 |
| 2.4.7. Fase 7 – Padronização .....                             | 36 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.4.8. | Fase 8 – Conclusão do MASP .....                             | 37 |
| 2.5.   | Relação entre PDCA e MASP .....                              | 37 |
| 2.6.   | Os sete desperdícios do <i>Lean</i> .....                    | 38 |
| 2.6.1. | Perda por fabricação de produtos defeituosos .....           | 39 |
| 2.7.   | Indicadores de qualidade .....                               | 39 |
| 2.7.1. | Características dos indicadores.....                         | 40 |
| 2.7.2. | Aplicação de indicadores.....                                | 42 |
| 2.7.3. | Custos da qualidade .....                                    | 42 |
| 3.     | ESTUDO DE CASO .....   | 44 |
| 3.1.   | Caracterização do Mercado de Energia Eólica .....            | 44 |
| 3.2.   | Caracterização da Empresa .....                              | 47 |
| 3.3.   | Caracterização do Produto .....                              | 48 |
| 3.4.   | Caracterização do Processo Produtivo.....                    | 50 |
| 3.5.   | Apresentação das Etapas do Estudo de Caso.....               | 51 |
| 3.5.1. | Etapa 1 – Identificação do problema .....                    | 53 |
| 3.5.2. | Etapa 2 – Observação e Análise do Problema.....              | 53 |
| 3.5.3. | Etapa 3 – Ações de contenção e Plano de ações efetivas ..... | 54 |
| 3.5.4. | Etapa 4 – Execução das ações .....                           | 55 |
| 3.5.5. | Etapa 5 – Verificação .....                                  | 55 |
| 3.5.6. | Etapa 6 - Padronização e Conclusão.....                      | 56 |
| 3.6.   | Desenvolvimento das Etapas do Estudo de Caso .....           | 56 |
| 3.6.1. | Etapa 1 – Identificação do Problema.....                     | 57 |
| 3.6.2. | Etapa 2 – Observação e Análise do Problema.....              | 60 |
| 3.6.3. | Etapa 3 – Ações de Contenção e Plano de ações efetivas ..... | 65 |
| 3.6.4. | Etapa 4 – Execução das ações .....                           | 72 |
| 3.6.5. | Etapa 5 - Verificação .....                                  | 74 |
| 3.6.6. | Etapa 6 – Padronização e Conclusão.....                      | 76 |
| 3.7.   | Considerações Finais .....                                   | 78 |
| 4.     | CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....                                 | 81 |
|        | REFERÊNCIAS .....  | 83 |
|        | ANEXO A – PLANO DO PROJETO DE AUTOCONTROLE .....             | 86 |
|        | ANEXO B – CRONOGRAMA ELABORADO.....                          | 87 |

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Contextualização

No mercado global de energia eólica, as empresas fabricantes de componentes para aerogeradores tem 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.

De acordo com Shingo (1996), uma das sete perdas em um sistema produtivo caracteriza-se como a perda por produtos defeituosos que consiste em desperdiçar materiais, mão-de-obra e movimentação dos mesmos. Significa a fabricação de um produto que não esteja em conformidade com as necessidades dos clientes, apresentando características de qualidade fora de um padrão estabelecido, que não satisfaz o cliente e torna-se inviável para o uso.

Este trabalho procura avaliar como ocorrem as perdas, e o que pode ser feito para minimizá-las. Trata-se de um estudo de caso em uma empresa do mercado de energia eólica que apresenta problemas constantes quanto a falta de qualidade dos produtos, em especial, do processo de pré-pintura no Setor de Acabamento de Pás Eólicas. A quantidade de defeitos por pá é de 4 vezes acima da meta no processo de pré-pintura para determinado cliente. As peças que possuem quase 60 metros de comprimento, são inspecionadas em 4 momentos no Setor produtivo de Acabamento, dois em cada processo (pré-pintura e pintura) pelos inspetores de Qualidade e por um inspetor representante do Cliente, onde as especificações do projeto de fabricação da pá são as referências.

As perdas geradas pelos produtos defeituosos são mais comuns nos processos produtivos e mais perceptíveis, ocasiona retrabalho ou até mesmo sucateamento, e ocorre porque a qualidade é focada no produto, tratada de forma pontual, peça por peça, no caso da empresa do estudo em questão. A responsabilidade de garantir a qualidade das peças é repassada do setor Produtivo para o setor de Qualidade. Os inspetores de Qualidade são caracterizados como mão-de-obra indireta e se tornam responsáveis por aprovar ou desaprovar o produto nas inspeções posteriores a macro etapas. Em caso de reprovação, o produto não pode seguir adiante no processo porque carece de retrabalho, perda essa que causa impacto no ciclo produtivo, consome material em excesso e atrasa o fluxo do processo.

Segundo Garvin (1992), a Era da Inspeção caracteriza-se pela preocupação básica de qualidade que retrata a verificação peça por peça, a ênfase é baseada na uniformidade de cada produto, os métodos utilizados para atingir a qualidade são instrumentos de medição, o papel dos profissionais da qualidade é identificado pela classificação, contagem e avaliação dos



defeitos, e o responsável pelo atingimento da qualidade é o departamento de qualidade cuja orientação e forma de abordagem é a inspeção. Portanto, pode-se classificar a empresa como pertencente a Era da Inspeção devido às atribuições mais marcantes mencionadas.

Garvin (1992) diz que a atividade de inspecionar surgiu no período da Revolução Industrial, partiu-se dos artesãos, e foi formalizada com o surgimento da produção em massa, através da obtenção de maior legitimidade no início do século XX, quando Frederick Winslow Taylor, que escreveu o livro “Os princípios da Administração Científica”, separou-a do processo de fabricação.

Na etapa de preparação para pintura das pás eólicas, a quantidade média de defeitos por pá, anteriormente mencionada, retrata um item de monitoração descontrolado, gerando consequências negativas para a etapa posterior. Nesse contexto, o presente trabalho busca responder a seguinte questão: a aplicação do MASP é eficaz para a resolução de problemas, no processo de pré-pintura, de forma a melhorar os indicadores relacionados ao alto índice de defeitos de pás eólicas?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Analisar o impacto da aplicação do MASP na redução do nível de defeitos do processo de pré-pintura, considerando os requisitos da qualidade do cliente em uma indústria de pás eólicas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Descrever o contexto em que o estudo foi realizado, sob a ótica dos requisitos de qualidade exigidos;
- b) Aplicar o MASP relacionando as etapas da metodologia com as etapas do estudo de caso para redução do nível de defeitos no processo de pré-pintura;
- c) Descrever o impacto da aplicação do método nos indicadores de qualidade do processo em estudo.

### 1.3. Justificativa

A era da inspeção, a verificação da qualidade do produto de forma distante do processo, a presença frequente do alto índice de defeitos a cada pá produzida e o retrabalho gerado a partir das peças reprovadas não geram valor para o cliente.

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.

A empresa busca atualmente políticas de redução de desperdícios, principalmente os que representam custos de forma mais evidente. Para se manter competitivo no mercado global, a primeira atitude tomada por muitas empresas é a redução de pessoas no quadro de funcionários, mas essa prática deve ser estrategicamente planejada, de nada adianta reduzir a quantidade de profissionais efetivos e continuar alocando mão-de-obra para procurar defeitos no produto. Trata-se de uma ação atuante no efeito do problema, e não na causa raiz.

Para Campos (2004, p. 22), “um problema é o resultado indesejado de um processo”. Como um item de controle mede o resultado de um processo, pode-se dizer que problema é um item de controle com o qual a empresa não está satisfeita.

Campos (2004) retrata que o método de análise e soluções de problemas, ou *QC STORY*, baseado no método japonês da JUSE, caracteriza-se como uma sequência lógica para romper com o resultado indesejável precedido por análise do processo, que por sua vez, baseia-se em fatos e dados cujo objetivo é conhecer as causas principais de um item de monitoramento que se deseja controlar. É através do método, empregado de forma sistematizada, que o problema do alto índice de defeitos no processo é identificado, observado, analisado, planejada as ações de correção, verificado e padronizado.

Portanto, a implementação dessa prática de gestão da qualidade no processo de pré-pintura torna-se viável por meio da antecipação dos possíveis defeitos que podem originar da fabricação, onde a inspeção das etapas de produção do produto, realizada durante o acabamento das pás, é realizada pelos operadores da fábrica juntamente aos inspetores de qualidade, integrados em equipes de autocontrole (EAC), com a finalidade de garantir a qualidade do produto, a redução nos níveis de retrabalho no processo e a agilidade na tratativa de falhas.

Logo, 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 acabamento de pás eólicas.

#### **1.4. Metodologia**

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.17) *apud* Ribeiro (2017):

A Metodologia Científica, mais do que uma disciplina, significa introduzir o discente no mundo dos procedimentos sistemáticos e racionais, base da formação tanto ao estudioso quanto do profissional, pois ambos atuam, além da prática, no mundo das ideias. Podemos afirmar até: a prática nasce da concepção sobre o que deve ser realizado e qualquer tomada de decisão fundamenta-se naquilo que se afigura como o mais lógico, racional, eficiente e eficaz.

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.

Em relação aos seus objetivos, a pesquisa caracteriza-se como descritiva, pois objetiva “descrever as características de um fenômeno e o estabelecimento de relações entre variáveis” além de coletar dados por meio de levantamento. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 21).

Segundo Rodrigues (2016, p. 19), “quanto à forma, o trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa quantitativa e qualitativa, pois foram necessários traduzir resultados em números para serem analisados e opiniões de envolvidos para a solução do problema”.

Portanto, essa presente pesquisa classifica-se como de natureza aplicada, abordagem qualitativa e quantitativa, objetivando a pesquisa descritiva cujos procedimentos técnicos são reconhecidos como estudo de caso.

#### **1.5. Estrutura do Trabalho**

O presente capítulo 1 deste trabalho apresenta a introdução e contextualização do cenário no qual se passa o problema a ser estudado. Os objetivos, geral e específicos do trabalho, são retratados neste capítulo e atingidos conforme dissertação. A justificativa e metodologia do estudo encontram-se detalhadas e de máxima compreensão para facilitar o entendimento do leitor. Neste capítulo a estruturação do estudo e limitações são exploradas e determinadas.

O capítulo 2 descreve a revisão bibliográfica, através do contexto das eras da qualidade, da gestão da qualidade pelas metodologias e ferramentas, assim como dados coletados podem se tornar indicadores. O cenário das 7 perdas no sistema produtivo e a perda

de produção por peças defeituosas é descrita de forma aprofundada com o objetivo de entender a fundamentação teórica para as análises do presente estudo.

O capítulo finaliza-se com uma boa prática de outras metodologias de uso de operadores mantenedores que é correlacionada aos inspetores atuantes no processo – profissional capaz de intervir de maneira corretiva em casos de detecção de defeitos ou de maneira preventiva em caso de conhecimento a fundo das etapas e treinamento para que, ao deparar-se com uma possível geração de defeito, prevê, age e monitora de forma a não causar atividade de retrabalho ao final do processo.

O capítulo 3 trata do estudo em si, a aplicação da metodologia para solucionar o problema em questão e o seu desenvolvimento. É dividido em caracterização da empresa estudada, processo de pré-pintura de pás eólicas, etapas do estudo de caso que consiste na aplicação do MASP, desenvolvimento das etapas do estudo e a proposta exemplificando a aplicação do método nos processos de Pré-pintura de outros clientes

Nas etapas do estudo de caso, a problemática e o passo-a-passo da aplicação do MASP são descritos e os resultados esperados são exibidos. No desenvolvimento do estudo, o cenário anterior é evidenciado em relação a como se dava o fluxo de trabalho e a qualidade praticada; os indicadores anteriormente à aplicação do método são apresentados, e o reporte do cliente. Os dados a partir da aplicação do método são apresentados, os efeitos e o impacto da aplicação do MASP são discutidos. O comparativo é exemplificado com o histórico dos dados coletados antes e após aplicação da metodologia, logo, percebe-se que a principal consequência positiva é a redução dos custos de retrabalho, uma vez que o índice de defeitos diminui. O cenário atual é exposto, dessa vez, com o destaque do novo reporte do cliente e a análise se a intervenção do mesmo no processo torna-se ainda necessária em quesito de periodicidade e aprofundamento.

Por fim, o capítulo 4 evidencia a conclusão do trabalho, expõe os ganhos, os efeitos positivos e as situações aprendidas. O capítulo 5 apresenta as referências teóricas deste trabalho, nas quais não seria possível analisar o estudo, relacionando a aplicação prática do método com a experiência de autores em outros estudos e obras.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Evolução Histórica da Qualidade

Segundo Campos (2004, p. 2), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo às necessidades dos clientes”. O autor complementa “É isto que garantirá a sobrevivência de sua empresa – a preferência do consumidor pelo seu produto em relação ao seu concorrente, hoje e no futuro”.

Nota-se que qualidade não se caracteriza apenas pela ausência de defeitos. O verdadeiro critério da qualidade é a preferência do consumidor em detrimento aos concorrentes da empresa e que é possível garantir a sobrevivência da mesma em meio ao mercado competitivo de grandes empresas mundiais (CAMPOS, 2004).

Percebe-se que ao longo da evolução histórica da qualidade, a visão de que a qualidade de um produto ou serviço remete ao atendimento das especificações do cliente, não esteve sempre presente. Esse termo evoluiu através de novas aplicabilidades, estudos e ferramentas em 4 etapas exemplificadas na Figura 1.

Figura 1 – Eras da Qualidade



Fonte: Adaptado de Mello (2011).

#### 2.1.1. Conceito da Qualidade

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016, p. 8), o conceito de qualidade, conseqüentemente, também evoluiu ao longo dos anos. “Até o início dos anos 1950, a qualidade do produto era entendida como sinônimo de perfeição técnica. Ou seja, resultado de um projeto e de fabricação que conferiam perfeição técnica ao produto, segundo a percepção do produtor”.

Após esse período, com a disseminação dos trabalhos de Joseph Juran (1990) e William Deming, (1990) “percebeu-se que qualidade deveria estar associada não apenas ao grau de perfeição técnica, mas também ao grau de adequação aos requisitos do cliente” (CARPINETTI; GEROLAMO, 2016, p. 8).

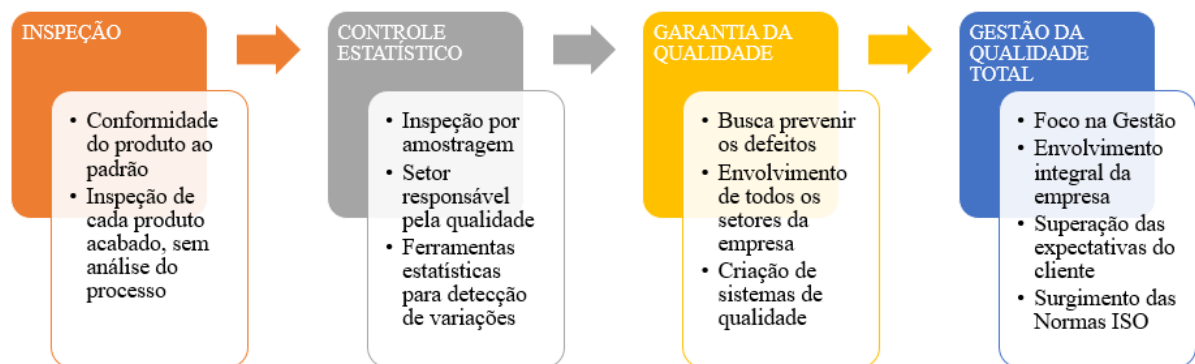
Logo, o conceito de qualidade foi definido como satisfação do cliente quanto à adequação do produto ao uso. A ISO adota essa ponderação ao esclarecer qualidade como “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos” (NBR ISO, 2005).

Campos (2004, p. 116) enfatiza que “a garantia da qualidade passou por vários estágios que não se excluem, a diferença entre eles é a ênfase”. No Brasil, a maioria das empresas ainda se localizam no estágio mais arcaico, baseando sua qualidade na inspeção 100%.

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.

Dessa forma, um esquema simplificado pode ser observado contendo as principais características de cada Era na evolução do conceito de Qualidade, como visualiza-se na Figura 2.

Figura 2 – Evolução Histórica do Conceito de Qualidade



Fonte: Adaptado de Mello (2011).

### 2.1.2. Ênfase na Inspeção da Qualidade

“A garantia da qualidade orientada pela inspeção do produto no processo produtivo é feita por um departamento independente da produção e com grande autoridade conferida”. Um engano comumente percebido entre as empresas, cuja ênfase da qualidade é a inspeção, é de que o custo aumenta com a melhoria da qualidade. Se a qualidade fosse melhorada por meio apenas da inspeção, essa crença poderia fazer sentido. Porém, “a qualidade é melhorada no processo eliminando-se as causas fundamentais de defeitos”. (CAMPOS, 2004, p. 116).

Maximiano (2012, p. 56) reforça que a “inspeção não garante a qualidade dos produtos e serviços inspecionados apenas encontra os defeitos”.

Ishikawa (1985) *apud* Campos (2004, p. 116) expressa as principais perspectivas referentes a qualidade com ênfase em inspeção:

- a) Inspetores são caracterizados como mão-de-obra indireta e aumentam os custos do processo sem produzir os produtos. “Eles só existem porque os defeitos existem, portanto, se os defeitos forem atacados na sua origem, os inspetores não serão mais necessários”;
- b) Com o crescimento da velocidade de produção, a inspeção manual 100% torna-se inviável. Neste caso, a solução seria a automação da inspeção;
- c) “O problema de se ter um departamento de inspeção separado do processo de produção atrasa as informações da qualidade e sua análise, impedindo que ações corretivas (remoção de sintomas e bloqueios) sejam tomadas a tempo”. Essas informações, em sua maior parte, tornam-se desnecessárias, pois reportam dados atrasados para a tomada de decisão. No TQC, a produção é diretamente responsável pela qualidade do que produz. Assim, “todo trabalhador é um inspetor de seu processo, as ações corretivas podem ser tomadas imediatamente com ajuda do supervisor”;
- d) O conceito de que o produtor é o responsável pela garantia da qualidade em seu processo deve ser propagado até que se possa atingir o patamar de eliminar a inspeção em que cada entrega está devidamente qualificada ao processo seguinte, alinhada com a ideia de que o processo seguinte é seu cliente.

Campos (2004, p. 117) afirma que à medida que houverem defeitos haverá inspeção. “A redução substancial da inspeção final não pode ser um ato decorrente de um desejo, mas uma conquista final, consequência de uma luta travada no nível do processo contra as causas fundamentais dos defeitos, utilizando-se a análise de processo”.

## **2.2. Gestão da Qualidade e Ferramentas**

Carpinetti e Gerolamo (2016) descrevem que quando iniciou a prática de gestão da qualidade, a mesma era voltada para a inspeção e controle dos resultados dos processos produtivos cujo objetivo era garantir a conformidade dos produtos com as especificações, logo, a qualidade era limitada ao processo de fabricação. Nas últimas décadas, a gestão da qualidade expandiu-se para as etapas que integram os processos de produção a fim de envolver a organização como um todo em entregas, sistemas, processos e, principalmente, pessoas.

Juran (1990), a partir de seu trabalho pioneiro, reformulou a concepção sobre qualidade, notando que “a adequação do produto ao uso dependia de várias atividades

‘chamadas por ele de função qualidade’ ao longo do ciclo produtivo de um produto, que, se realizadas, levariam ao que ele chamou de espiral do progresso”.

Juran (1997) *apud* Matos (2009) complementa:

Todos os produtos são criados por uma progressão de eventos, chamada de “Espiral do Progresso”. Um sistema de fases divide a progressão, a partir do conceito para o cliente, em segmentos ou fases. Cada fase estabelece os critérios a serem satisfeitos, ou seja, as atividades a serem executadas e os resultados a serem atingidos para a conclusão daquela fase. O sistema de fases é uma ferramenta gerencial para estimular e controlar a progressão dos eventos, à medida que provê subsídios para que uma equipe de negócios decida se prossegue até a fase seguinte ou para.

A partir do trabalho de Juran e Feigenbaum (1991), compreendeu-se a necessidade de melhoria das etapas ao longo da cadeia produtiva para a satisfação do cliente quanto à adequação de um produto ao seu uso. Dessa forma, foi possível que os sistemas de garantia da qualidade evoluíssem para os sistemas de gestão da qualidade.

Matos (2009) reforça que Juran reconheceu que os processos desempenham função de clientes e usuários, entrega fornecida e produtos recebidos respectivamente, e uma função de transformação de recursos. Nota-se a importância de gerenciar os processos para atender às necessidades dos clientes internos da cadeia produtiva.

Segundo Campos (2004, p. 19), “processo é um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos”. Um processo pode ser dividido em outros permitindo controlar de forma mais eficaz a sua totalidade.

Campos (2004, p. 14) explica que “controlar significa detectar quais foram os fins ou efeitos não alcançados que são os problemas da organização, analisar estes maus resultados buscando suas causas, e atuar sobre elas de tal modo a melhorar os resultados”.

Portanto, “controlando-se os processos menores é possível localizar mais facilmente o problema e agir mais prontamente sobre sua causa. O processo é controlado por meio de seus efeitos” (CAMPOS, 2004, p. 19).

Cada processo pode ter um ou mais resultados e, para que se possa analisar cada processo, faz-se preciso medir os seus efeitos por meio de itens de controle (CAMPOS, 2004).

De acordo com Campos (2004, p. 21), “os itens de controle de um processo são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir a sua qualidade total”. Podem ser chamados de itens de controle dos resultados e são estabelecidos sobre pontos



de controle. Logo, não se pode estabelecer um item de controle sobre um ponto onde não é possível atuar na causa do desvio.

Os resultados de um item de controle são assegurados pelo acompanhamento dos itens de verificação. O autor diferencia-os, enfatizando que “os itens de verificação de um processo são índices numéricos estabelecidos sobre as principais causas que afetam determinado item de controle”. Podem ser chamados de itens de controle das causas e são estabelecidos sobre os pontos de verificação do processo (CAMPOS, 2004, p. 22).

### **2.2.1. Processo de controle**

Maximiano (2012, p. 325) especifica que na atividade de gerenciamento, o controle não significa fiscalização. “Controle é o processo de produzir e usar informações para tomar decisões, sobre a execução de atividades e sobre os objetivos. As informações e decisões de controle permitem manter uma organização ou sistema orientado para seu objetivo”. O processo de controle disponibiliza dados essenciais para tomada de decisão sobre:

- a) Quais objetivos devem ser atingidos por uma organização ou sistema;
- b) O desempenho da organização ou sistema em comparação com os objetivos;
- c) Riscos e oportunidades no trajeto desde o início das atividades até o objetivo;
- d) O que deve ser feito para assegurar a realização dos objetivos;
- e) A eventual necessidade de mudar o objetivo.

O processo de controle é composto por outros processos. O processo de buscar informações sobre o desempenho é reconhecido como monitoramento ou acompanhamento. O processo de comparar e tirar conclusões sobre o desempenho é chamado de avaliação (MAXIMIANO, 2012).

Maximiano (2012, p. 326) completa:

Controlar, em essência, é um processo de tomar decisões que tem por finalidade manter um sistema na direção de um objetivo, com base em informações contínuas sobre as atividades do próprio sistema e sobre o objetivo. O objetivo torna-se o critério ou padrão de controle e avaliação do desempenho do sistema, assim como o mapa mostra ao piloto do veículo para onde ele deve ir.

Para controlar, é necessário conhecer o que deve ser controlado. A definição e o conhecimento de padrões de controle permitem avaliar o desempenho e tomar decisões corretas. Os padrões de controle são extraídos diretamente dos objetivos (resultados esperados), das

atividades que devem ser realizadas e dos planos de aplicação de recursos. Os padrões de controle estão registrados nas ferramentas de planejamento: cronogramas, orçamentos, planilhas de recursos e especificações de qualidade (MAXIMIANO, 2012).

O autor menciona exemplos de meios para obter informações de controle – inspeção visual, dispositivos mecânicos ou eletrônicos de contagem e medicado, como sistemas computadorizados de informações, questionários, como os usados em aviões e hotéis, sistemas automatizados de captura de informações, como feixes de raios laser que leem códigos de barras, relatórios verbais ou escritos, gráficos e mapas, escalas.

Segundo Maximiano (2012), informação no final da atividade trata-se de um procedimento bastante usado, produz informação na etapa final da execução das atividades. A deficiência principal desse tipo de medicado é o fato de que a atividade já ocorreu. No caso de um problema grave, poderá ser tarde demais para que qualquer ação corretiva possa ser posta em prática. Uma informação desse tipo mostra que a atividade deve ser modificada no futuro, mas não possibilita a correção do momento passado. Do mesmo modo, a informação durante a atividade ocorre devido a deficiências do controle no final, são usados procedimentos de inspeção durante a execução da atividade. Um exemplo é o controle estatístico de processo, feito ao longo do processo produtivo. Essa técnica controla o próprio processo de produção, de forma a fazer a prevenção de defeitos ou problemas, evitando assim a correção e os refugos no final da linha.

O sistema de controle que é totalmente compatível com as modernas práticas de gestão de pessoas é o autocontrole. A disciplina interior é o melhor substituto para a obediência forçada pelos controles de qualquer outro tipo. São tantas as vantagens do autocontrole, que muitas organizações o colocaram no lugar dos sistemas formais. Por exemplo, o inspetor de qualidade foi substituído pelo autocontrole da qualidade em muitas empresas industriais. O autocontrole é uma das ferramentas da autogestão. Como todas as outras ferramentas, depende de compromisso e disciplina interior. Criar uma cultura orientada para o compromisso e a disciplina interior é um dos principais desafios do gestor moderno (MAXIMIANO, 2012).

### **2.2.2. Estratificação**

Campos (2004, p. 229) afirma que “estratificar é dividir um problema em estratos (camadas) de problemas de origens diferentes. A estratificação é uma análise de processo pois é um método para ir em busca da origem do problema”.

Campos (2004, p. 237) descreve que “a análise de processo é uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados, que objetiva localizar a causa fundamental dos problemas”. Ela apresenta como objetivos: estratificar as possíveis causas e evidenciar a causa principal de um problema, para eliminá-la através de solução definitiva e sem reincidência, e conhecer as causas principais de um item de controle que precisa ser monitorado.

### **2.2.3. Lista de verificação (*Checklist*)**

Utilizado para coleta de dados in loco. Segundo Aguiar (2006), o objetivo da ferramenta é organizar, simplificar e aprimorar a forma de registro das informações obtidas por um procedimento de levantamento de dados. Permite compreensão instantânea da realidade e análise facilitada da situação, ajudando a reduzir possíveis erros no processo. A lista de verificação caracteriza-se como uma excelente forma de registro e facilidade na organização dos dados.

### **2.2.4. Diagrama de Pareto**

Um efeito de um processo medido pelos itens de controle é afetado por várias causas, mas apenas poucas causas são vitais e afetam grande parte dos problemas, em contrapartida da existência de muitos problemas considerados triviais quando se referem ao impacto que provocam (CAMPOS, 2004).

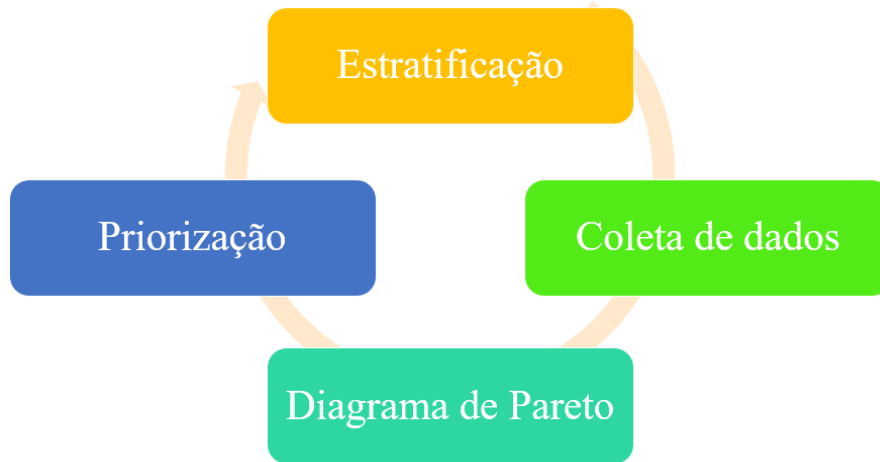
Segundo Juran e De Feo (2010), alguns estudiosos perceberam o fenômeno da existência de poucos vitais e muitos triviais quando observado no meio em que estavam inseridos. Vilfredo Pareto, um economista italiano, identificou o fenômeno na aplicação da distribuição de riqueza e representou de forma matemática, concluindo que 80% de terras na Itália pertenciam a 20% da população. Joseph Moses Juran, com base nessas informações, identificou que a aplicação poderia ser estendida, de forma geral, aplicável a muitas temáticas.

Dessa forma, foi criado o princípio de Pareto, assim chamado em homenagem ao Vilfredo Pareto, também conhecido como regra 80-20 que afirma que 80% dos efeitos derivam de 20% das causas, tornando possível separar quantitativamente os poucos vitais dos muitos triviais (JURAN; DE FEO, 2010).

Campos (2004, p. 227) reforça que “o princípio de Pareto é uma técnica universal para separar os problemas em duas classes: os poucos vitais e os muitos triviais”, a análise de Pareto permite dividir um problema complexo em vários problemas menores tornando possível

a solução desses problemas através do estabelecimento de metas atingíveis. A Figura 3 exemplifica a análise de Pareto.

Figura 3 – Ciclo da Análise de Pareto



Fonte: Adaptado de Campos (2004).

Obediente ao princípio de Pareto, a construção do diagrama de Pareto inclui três elementos básicos segundo Juran e De Feo (2010):

- a) Classificação dos itens contribuintes para o efeito total em ordem decrescente;
- b) A ordem do maior valor para o menor valor dos itens contribuintes representada numericamente;
- c) Percentual acumulativo dos itens em relação ao efeito total do ranking de contribuição.

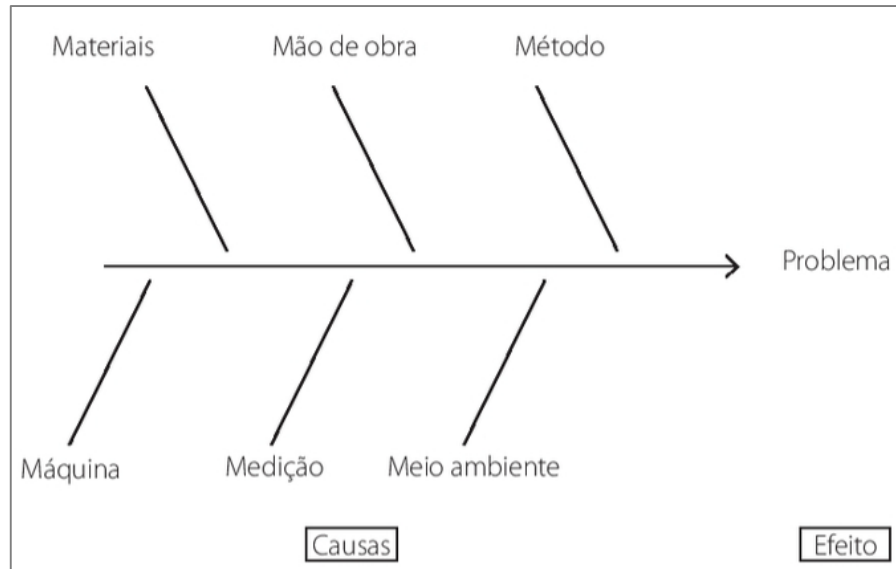
De forma sucinta, o diagrama de Pareto é a representação gráfica apresentada pela estratificação e coleta de dados referentes a um problema na organização, que expostas de forma integrada, objetivam priorizar quantitativamente os itens mais importantes. A solução dos problemas prioritários, por sua vez, é definida utilizando-se o Método de Solução de Problemas (CAMPOS, 2004).

### 2.2.5. Diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa)

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).

Maximiano (2012, p. 89) reforça que “o diagrama que tem a forma de uma espinha de peixe (também conhecido como diagrama de Ishikawa ou diagrama 4M) é um gráfico que tem por finalidade organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema”. A Figura 4 ilustra o Diagrama.

Figura 4 – Os 6M’s do Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Barros e Bonafini (2015).

### 2.2.6. Matriz GUT

Segundo Queiroz *et al* (2012, p. 6) “Matriz GUT é uma técnica utilizada para definição das prioridades dadas às diversas alternativas de ação. Essa ferramenta utiliza a listagem dos fatos e atribui pesos aos que são considerados problemas, de forma a analisá-los no contexto de sua gravidade, urgência e tendência”.

Consiste em uma ferramenta de apoio à decisão por meio da identificação de prioridades (consequência) do problema a ser analisado. Cada problema é confrontado com uma matriz que proporciona a sua análise e atribui uma pontuação, orientando o processo de tomada de decisão (MARSHAL JÚNIOR *et al.*, 2008).

Queiroz *et al* (2012) completam que a ferramenta GUT permite avaliar a Gravidade, considerando a profundidade dos danos que o problema pode causar, se não houver intervenção; a Urgência, considerando o tempo para o surgimento dos danos ou resultados indesejáveis, se não houver intervenção; e a Tendência do fenômeno, considerando o desenvolvimento que o problema terá na inexistência de intervenção. A Figura 5 representa a legenda de classificação da Matriz GUT.

Figura 5 – Legenda de preenchimento da Matriz GUT

| Legenda |   |                            |   |
|---------|---|----------------------------|---|
| Pontos  | Gravidade   | Urgência                   | Tendência   |
| 6       | Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves  | É necessário ação imediata | Se nada for feito, agravamento será imediato        |
| 5       | Muito grave e difícil correção após problema ocorrido | Com alguma urgência        | a Ocorrência é variada (peças sim peças não)        |
| 4       | Muito grave   | Com alguma urgência        | Vai piorar a curto prazo                            |
| 3       | Grave   | O mais breve possível      | Vai piorar a médio prazo                            |
| 2       | Pouco grave   | Pode esperar um pouco      | Vai piorar a longo prazo                            |
| 1       | sem gravidade   | Não há pressa              | Não vai piorar ou pode até melhorar sem ação alguma |

Fonte: Adaptado de Marshal Júnior, *et al.*, (2008).

### 2.2.7. Fluxograma

Segundo Barros e Bonafini (2015, p. 55), “o fluxograma descreve a sequência e interação de processos, a partir dos símbolos usados padronizados tem como maior vantagem o fato de propiciar uma visão completa do processo e delimitar cada uma de suas etapas”.

Campos (2004, p. 60) reforça que “o estabelecimento de fluxogramas é fundamental para a padronização e, por conseguinte, para o entendimento do processo. Eles devem ser estabelecidos para todas as áreas da empresa e pelas próprias pessoas que ali trabalham de forma participativa”.

### 2.2.8. Tempestade de ideias (*Brainstorming*)

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.

### 2.2.9. 5W2H

De acordo com Pontes (2016, p. 25), “o 5W2H é uma ferramenta fundamental no gerenciamento de projetos, pois aborda as sete perguntas básicas limitantes de uma determinada ação, ou seja, deixa claro os objetos, prazos, custos e responsável”. Alguns autores usam apenas a descrição 5W1H (*What, Who, Where, When, Why e How*), porém as empresas tentam controlar cada vez mais os custos e passou a ser mais comum o uso do 5W2H, onde acrescentou-se o *How Much*.

### 2.2.10. Gráfico de Dispersão

Segundo Aguiar (2006), o uso do gráfico ou diagrama de dispersão é indicado para que seja feita a visualização de relacionamento entre características do problema e características das causas tomadas como possíveis para os mesmos.

Slack *et al* (2009) reafirma que os diagramas de dispersão podem ser tratados de forma mais aprimorada através da quantificação do índice de relação entre os conjuntos de dados.

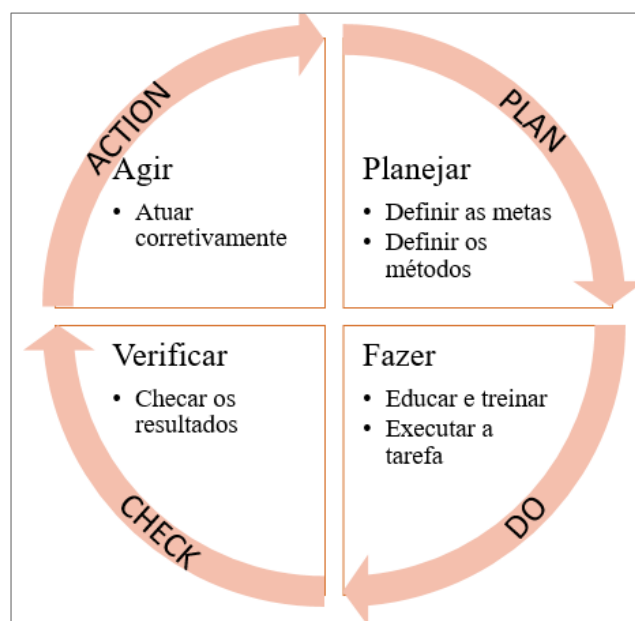
### 2.3. PDCA

Uma contribuição fundamental de Deming (1990), inicialmente para o TQC japonês, foi a difusão do Ciclo PDCA como técnica de gestão. O Ciclo PDCA, originalmente proposto por Walter A. Shewart, é um método iterativo para a condução de atividades de melhoria, que consiste em quatro grandes fases: planejar (*plan*), executar (*do*), avaliar (*check*) e agir (*act*).<sup>1</sup>

Deming chamava atenção para a importância de se melhorar continuamente a qualidade por meio de um processo iterativo de avaliação de resultados, identificação de erros e das causas dos erros, reflexão sobre ações para melhoria, planejamento e implementação dessas ações e posterior avaliação de resultados, reiniciando o ciclo. O ciclo PDCA enfatiza alguns princípios fundamentais, como decisão baseada em dados e fatos e aprendizagem a partir da avaliação dos erros.

O ciclo PDCA consiste em quatro fases básicas mostradas na Figura 6.

Figura 6 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Campos (2004).

Segundo Campos (2004, p. 35), o ciclo PDCA “é utilizado para manutenção do nível de controle ou cumprimento das ‘diretrizes de controle’ de um processo”. Neste caso, o processo é repetitivo, os itens de controle são intervalos numéricos padronizados (a meta é ter parâmetros dentro desse intervalo), e o método para atingir a meta é o cumprimento dos procedimentos padrões.

“O ciclo PDCA é também utilizado nas melhorias do nível de controle ou melhoria da ‘diretriz de controle’ de um processo”. O processo não é recorrente e a meta é um valor definido que passa a ser o novo item de controle esperado. Nessa situação, recomenda-se um método para a solução de problemas como um meio de atingir a meta de melhorar um resultado indesejado (CAMPOS, 2004, p. 35).

Maximiano (2012, p. 52) reforça que, apesar de sua aplicação original no campo da administração da qualidade, “o ciclo PDCA é frequentemente usado como modelo para o planejamento e implementação de soluções de aprimoramento constante em qualquer área e também como modelo genérico de processo de tomada de decisões administrativas”.

#### **2.4. MASP – Método de análise e solução de problemas**

Campos (2004, p. 238) diferencia método e ferramenta “o método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada, ao passo que a ferramenta é o recurso a ser utilizado no método”. O Método de Análise e Solução de Problemas, também chamado de Método de Solução de Problemas ou *QC STORY*, pode ser aplicado em basicamente duas vertentes: manter a qualidade ou melhorar a qualidade.

Para manter a qualidade busca-se o cumprimento dos padrões, como qualidade, custo e atendimento, ou seja, o método é utilizado para extinguir desvios crônicos, enquanto para melhorar a qualidade, o foco da utilização do método é estabelecer novos padrões através de melhoria da qualidade, produtos e serviços mais baratos, seguros, rápidos em entrega e mais confiáveis aos clientes, todos com o mesmo objetivo que consiste em redirecionar o processo (CAMPOS, 2004).

Bazerman (2004) afirma que o MASP descreve como um problema deve ser resolvido e, não, como ele é resolvido. O autor alerta que para solucionar um problema, toda medida gera custo, logo, a solução que se pretende descobrir com a utilização do método, é a que maximize os resultados e minimize os custos envolvidos.

O MASP possui 8 fases, são elas: identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão.



#### **2.4.1. Fase 1 – Identificação do problema**

Campos (2004, p. 239) afirma que na fase de identificação do problema, o objetivo é “definir claramente o problema e reconhecer sua importância”. A escolha de um item de controle que não traz resultado satisfatório de um processo, ou seja, do problema, deve ser realizado nesta etapa através de diretrizes gerais de trabalho, como qualidade, custo, atendimento, moral ou segurança. Dessa forma, por meio de fatos e dados que comprovem a existência do problema, a análise e tratativa do mesmo possam ser realizadas.

Damazio (1998) complementa que a fase inicial do processo de solução de problemas é composta pela identificação do resultado indesejado e definição do mesmo que será estudado, visando explicar as razões que levaram à escolha. Após a escolha, o problema é apresentado e são fornecidas todas as informações necessárias que ocasionam a frequência do mesmo, como um histórico do problema e seu comportamento em determinado período.

O histórico do problema encontrado é importante para entender como as diretrizes que evidenciam o resultado negativo tem se comportado ao longo do tempo, como o período da ocorrência e se apresenta frequência. Gráficos, registros e outros dados históricos podem ser utilizados para facilitar o entendimento. Mostrar as perdas atuais do processo em relação ao padrão e projetar possíveis ganhos permite visualizar em qual patamar está o controle do processo e qual é o nível desejado (CAMPOS, 2004).

Conforme Campos (2004, p. 240) nesta fase ocorre a análise de Pareto para “priorizar temas e estabelecer metas numéricas viáveis. Aqui procuram-se apenas resultados indesejáveis”. O autor destaca a importância de nomear responsáveis, assim, definir uma equipe multidisciplinar para tratar o problema contribui para investigar causas variadas e distribuí-las para estudo de pessoas de diversas especialidades, visões e experiências.

#### **2.4.2. Fase 2 – Observação do problema**

Na fase de observação do problema, o fluxo inicia-se através da descoberta das características do problema por meio de coleta de dados. A partir do ciclo de análise de Pareto (Figura 3), os aspectos gerais são observados na estratificação e questionados à medida da investigação – se os resultados são diferentes dependendo do tempo, do local, do tipo de objeto em estudo, do sintoma que apresenta, ou do indivíduo participante do processo. Após coletar os dados, a observação no local da ocorrência é imprescindível para obter os detalhes

complementares através de vídeos ou fotografias que não podem ser evidenciados por meio de dados numéricos (CAMPOS, 2004).

Segundo Campos (2004), definir alguns recursos está presente nesta fase, como o tempo adequado das fases do método através da estimativa de um cronograma para referência, da estimativa de um orçamento e da definição de uma meta a ser atingida.

Damazio (1998) destaca que por meio da observação, os dados são coletados e as características do problema são conhecidas, como período, região e modelo do item observado. Nesta fase, despende-se de um longo tempo para observação pode ser ideal, porque quanto menor o tempo gasto com a observação do problema, maior será o tempo necessário para resolvê-lo.

A partir das informações destacadas, entende-se que notar a existência de um parâmetro fora da meta não é o suficiente para atuar. Por meio da identificação e observação, a estruturação do problema é essencial para entender qual é a situação atual, o motivo pelo qual é necessário intervir no processo, qual o direcionamento para os resultados positivos, qual a estratificação do problema e as possibilidades de atuação. Essas fases do método preparam o problema para ser solucionado cujo embasamento são dados confiáveis, portanto, a tomada de decisão não é feita de forma intuitiva por meio da opinião de poucas pessoas. São fatos e dados coletados e evidenciados para resolver problemas (CAMPOS, 2004).

### **2.4.3. Fase 3 – Análise**

Na fase de análise, a definição das causas influentes no resultado negativo é formada. Um questionamento que a equipe multidisciplinar deve fazer é por qual motivo o problema ocorre. O envolvimento de todas as pessoas que participam direta ou indiretamente do processo no qual o problema acontece e que podem auxiliar na identificação das possíveis causas deve ser permissível, formando um grupo de trabalho (CAMPOS, 2004).

O diagrama de causa e efeito deve ganhar forma na fase de análise, onde sua construção deve ser realizada. As causas levantadas na etapa anterior são reduzidas por eliminação das causas menos prováveis baseadas nos dados levantados na fase de observação. Dessa forma, restam as causas mais prováveis (hipóteses) para serem priorizadas (CAMPOS, 2004).

Campos (2004) considera que a verificação das hipóteses permite analisar os dados das causas mais prováveis através de gráfico de Pareto, Diagramas de relação, Histogramas, e gráficos de evolução. É importante nessa etapa testar as causas mais prováveis, verificando o

impacto que as mesmas geram no problema. As experiências também devem ser consideradas, e com base nos resultados, confirma-se a relação entre as hipóteses e o efeito.

De acordo com Damazio (1998), são identificadas as causas reais influentes do problema. Uma ferramenta muito recomendada é o Gráfico de Ishikawa, permitindo a visualização dos diversos fatores que podem impactar no resultado negativo em questão, onde são atribuídas as causas referentes às pessoas envolvidas, armazenagem de material, equipamento ou produto, método da execução do processo e sistemas vinculados. Após a utilização desta ferramenta, os dados posteriores são detalhados para encontrar as causas fundamentais.

Campos (2004, p. 242) adota que verificar a consistência da causa fundamental através de evidências técnicas de que é possível atuar e bloquear o aparecimento da mesma, faz-se preciso para a conclusão do fluxo do processo de análise. O autor afirma que “se o bloqueio é tecnicamente impossível, ou se pode provocar efeitos indesejáveis, pode ser que a causa determinada ainda não seja a causa fundamental, mas um efeito dela”. Recomenda-se tomar este efeito como problema, voltando ao início das fases do método.

#### **2.4.4. Fase 4 – Plano de ação**

De acordo com Damazio (1998), confirmadas as causas fundamentais do problema, a instrução seguinte é elaborar o Plano de Ação que englobe as ações propostas para resolução do problema, para isto, relacionam-se as ações propostas, as ações sobre causa ou efeito, a existência de consequências às ações e o prazo de implantação. Para bloquear as causas prováveis, a elaboração do plano de ação deve ser realizada utilizando ferramentas como 5W2H, revisão e atualização do cronograma e definição do orçamento final. Nesta fase, faz-se preciso definir objetivos e itens de controle, quantificar o trabalho e verificar os níveis participantes.

Campos (2004) discorda em partes, pois afirma que na fase do plano de ação é elaborada uma estratégia de ação onde convoca-se o grupo multidisciplinar para discussão das ações que serão tomadas sobre as causas fundamentais. O autor reitera que através de *brainstorming*, serão propostas ações com a precaução de não produzir efeitos colaterais, trabalhando de forma preventiva, e não reativamente como sugere o autor anterior. A partir das soluções propostas, a eficácia e o custo de implantação e controle de cada intervenção deve ser analisado, em detrimento da melhor opção.

#### **2.4.5. Fase 5 – Ação**

Campos (2004) enfatiza que para execução das ações, é indispensável a divulgação do plano a todos, com reuniões participativas e treinamento da equipe. As tarefas de cada um devem ser instruídas claramente, assim como a razão pela execução de cada uma das atividades. Ao executar as ações, os resultados positivos ou negativos devem ser registrados para lições aprendidas futuras.

#### **2.4.6. Fase 6 – Verificação**

Conforme Campos (2004, p. 244), a fase de verificação consiste na comparação dos resultados através de dados coletados antes e após as ações de bloqueio para verificar a efetividade e o grau de redução dos níveis indesejados. O autor sugere que “toda alteração do sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos”, portanto, faz-se necessário ter conhecimento destes, listando-os.

Damazio (1998) complementa afirmando que os resultados iniciais são comparados aos resultados obtidos após a implantação das contramedidas propostas, assim como os custos iniciais e os custos posteriores, pois a análise de ganhos após a utilização do MASP é realizada. Se os efeitos indesejáveis continuarem, significa que a solução foi falha, e o método deve ser reiniciado após a implantação das contramedidas.

Para saber se a solução apresentada foi ineficaz ou se foi elaborada com sucesso, deve-se observar se os efeitos indesejáveis continuaram a ocorrer, mesmo após às ações de bloqueio, isso explica o motivo de fazer a verificação da continuidade ou não do problema (CAMPOS, 2004).

#### **2.4.7. Fase 7 – Padronização**

Campos (2004) salienta que se a causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada, busca-se o não reaparecimento do problema estabelecendo um novo procedimento operacional através da elaboração ou alteração do padrão do processo.

Segundo Santos e Gonçalves (2016, p.29) afirmam que “as instruções utilizadas no processo de desenvolvimento do MASP devem sofrer alterações antes de serem mapeadas, pois é vital que antigos vícios não tornem a aparecer, incorporando padrões de trabalho que qualquer trabalhador possa realizar a tarefa”. Os novos procedimentos devem ser padronizados e divulgados a todos os envolvidos no processo, destacando a importância, os motivos e os bônus que as mudanças podem gerar.

Comunicação da alteração do padrão de forma sistemática com o detalhamento das etapas, dos locais e dos envolvidos pode ser realizada através de documento ou canais oficiais. O treinamento no próprio local onde ocorreu o problema e a exposição do padrão atualizado à vista dos colaboradores é indispensável para atingir sucesso nessa fase, bem como o acompanhamento do cumprimento do padrão (CAMPOS, 2004).

#### 2.4.8. Fase 8 – Conclusão do MASP

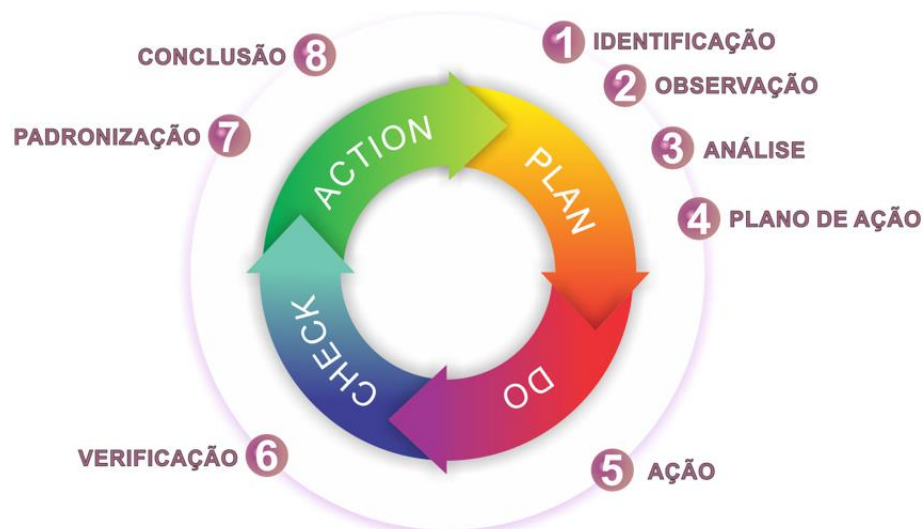
Campos (2004) propõe como objetivo nessa fase do MASP concluir e avaliar como se deu a aplicação do método através das entregas das fases anteriores, realizar a análise dos resultados por demonstrações gráficas e verificar as lições aprendidas junto à equipe multidisciplinar. Se o resultado for superior ao esperado deve ser destacado como indicativo de aumento da eficiência em futuros projetos.

Maximiano (2012, p. 104) destaca que “o processo decisório pode ter resultados satisfatórios ou desastrosos”. Conhecer as dificuldades que interferem com o processo, produzindo erros e criando problemas maiores, é uma forma de o gerente aprimorar sua habilidade para tomar decisões.

#### 2.5. Relação entre PDCA e MASP

A Figura 7 mostra a utilização do PDCA para melhorias que se estabelece no método de solução de problemas.

Figura 7 – Ciclo PDCA como método para melhorar resultados



Fonte: Adaptado de Campos (2004).

A Figura 8 exemplifica o método e suas fases. O detalhamento dessas fases é abordado no próximo tópico.

Figura 8 – Relação entre PDCA e MASP

| PDCA     | FLUXOGRAMA | FASE                      | OBJETIVO  |
|----------|------------|---------------------------|---|
| <b>P</b> | 1          | Identificação do problema | Definir claramente o problema e reconhecer a sua importância.   |
|          | 2          | Observação                | Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista. |
|          | 3          | Análise                   | Descobrir as causas fundamentais.   |
|          | 4          | Plano de ação             | Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.   |
| <b>D</b> | 5          | Ação                      | Bloquear as causas fundamentais.  |
| <b>C</b> | 6          | Verificação               | Verificar se o bloqueio foi efetivo.  |
|          | ?          | O bloqueio foi efetivo?   |   |
| <b>A</b> | 7          | Padronização              | Prevenir contra o reaparecimento do problema.   |
|          | 8          | Conclusão                 | Recaptular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.                                 |

Fonte: Adaptado de Campos (2004).

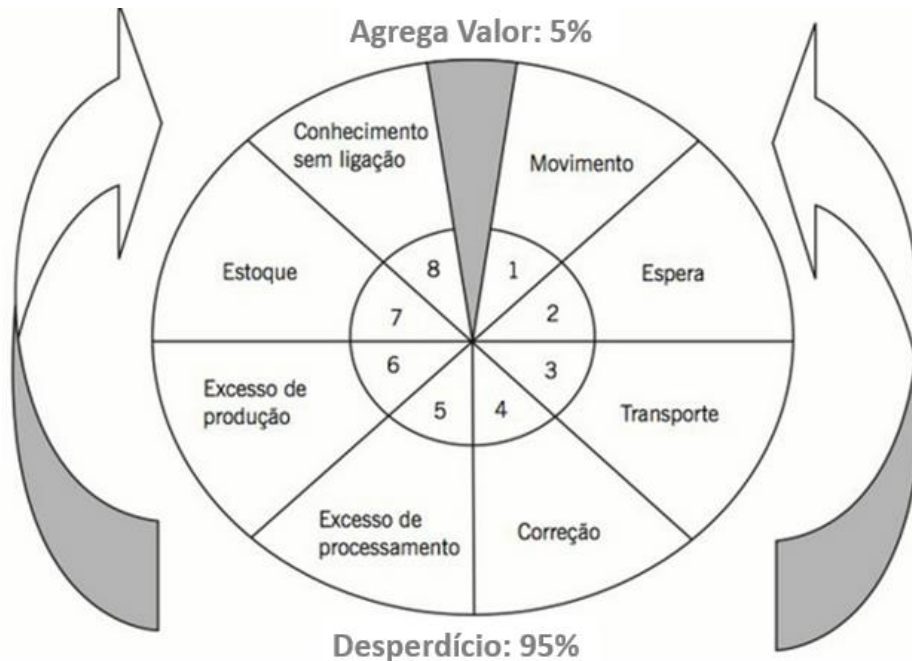
## 2.6. Os sete desperdícios do *Lean*

“Perdas são atividades completamente desnecessárias que geram custos, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas” (ANTUNES JÚNIOR, 1998 *apud* ALBERTIN; PONTES, 2016, p. 107).

Maximiano (2012, p. 69) reforça que “eliminar desperdícios significa reduzir ao mínimo a atividade que não agrega valor ao produto ou serviço”. Agregação de valor é a contrapartida da eliminação de desperdícios. É, também, um dos conceitos mais importantes da administração moderna.

Segundo Ohno (1997), foram identificadas as sete perdas do Sistema Toyota de Produção (STP), são elas: superprodução, transporte, processamento, fabricação de produtos defeituosos, movimentação, espera e estoque, como exemplificadas na Figura 9.

Figura 9 – Desperdícios no processo



Fonte: Adaptado de Dennis (2011).

### 2.6.1. Perda por fabricação de produtos defeituosos

Albertin e Pontes (2016, p.110) afirmam que “a perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da fabricação de produto não conforme com as especificações de engenharia ou do cliente”. Das sete perdas, essa é a mais notável em um processo produtivo. “Produtos não conformes são retrabalhados ou sucateados e geram custos à produção. Reparar, retrabalhar, consertar, substituir, descartar, (re) inspecionar significam perdas relacionadas a produtos defeituosos”. Vale ressaltar que um produto defeituoso causa impacto negativo, não somente ao cliente externo, mas internamente às etapas de fabricação devido à geração de outras perdas, como perdas por espera, processamento, estoque e transporte.

### 2.7. Indicadores de qualidade

De acordo com Paladini *et al.* (2012, p. 55), “pode-se definir um indicador da qualidade com uma informação bem estruturada que avalia os componentes importantes de produtos, serviços, métodos ou processos de produção”. Logo, os indicadores não são estipulados de qualquer maneira, mas determinados conforme uma composição lógica. Os indicadores podem ser classificados por dois conjuntos de informações que devem ser observados – suas características básicas, ou essenciais sem as quais o conceito de indicador é incoerente, e os componentes que integram sua estrutura.

### 2.7.1. Características dos indicadores

As características essenciais de um indicador podem ser vistas como pré-requisitos ou condições imprescindíveis à estruturação de um indicador pois não há como defini-lo sem essas informações. Porém, as características básicas são propriedades desejáveis que o indicador deveria apresentar. “O ideal é que se consiga reproduzir todas as dez características listadas a seguir em um indicador, daí o esforço para que os indicadores contenham o maior número possível de características desejáveis” (PALADINI *et al.*, 2012, p. 56).

Quanto às características essenciais de um indicador, Paladini *et al.* (2012, p. 55), aponta:

- a) Os indicadores são definidos em bases quantitativas, ou seja, indicadores da qualidade são considerados mecanismos mensuráveis de auxílio gerencial. Devem ser expressos por números em uma escala contínua;
- b) Os indicadores avaliam de forma direta ou indireta “o impacto do produto final sobre o consumidor. Pode-se avaliar o quanto as melhorias no processo produtivo são relevantes sobre ponto de vista do consumidor para a qualidade do produto final”;
- c) Não se atribuem à quantificação de indicadores informações como pontos de vista subjetivos, posturas intuitivas ou referenciais imprecisos. São informações baseadas em fatos e dados.

Quanto às características básicas de um indicador, Paladini *et al.* (2012, p. 56), menciona:

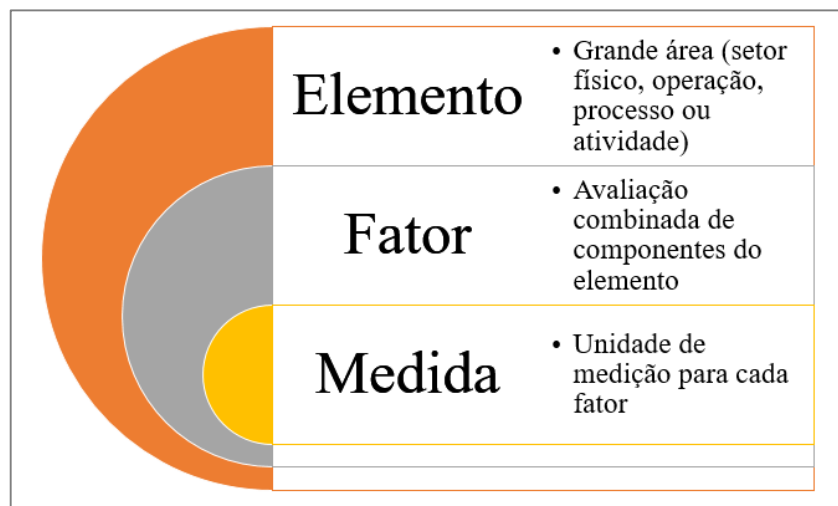
- a) Deve expressar a avaliação feita de forma simples, direta e atual;
- b) Deve ser bem compreendido por qualquer leitor, não comportando mais de uma interpretação;
- c) Deve ser representativo por dispositivos de rápida visualização e compreensão simples, como imagens e dispositivos gráficos, para garantir eficiência e facilidade de análise;
- d) Evita-se a sofisticação desnecessária na estruturação do indicador, portanto, a linguagem empregada para defini-lo deve ser a mais universal possível;



- e) “Deve-se garantir a perfeita adequação do indicador à situação, ao contexto e à organização onde ele está sendo usado”, pois são avaliados em função do momento porque passa a organização;
- f) A avaliação da qualidade, com o uso de indicadores, deve utilizar as informações disponíveis, e não as que se deseja ter. Não se caracteriza como manifesto de intenções, mas como reflexo de uma situação existente;
- g) O indicador prioriza o processo que o gerou, apesar de avaliar produtos ou parte deles;

Quanto às características dos componentes de um indicador, Paladini et al. (2012, p. 57), destaca que a estrutura de um indicador compõe-se de três itens: elemento, fator e medida, conceituados em resumo na Figura 10 e a seguir:

Figura 10 – Estrutura de indicadores



Fonte: Adaptado de Paladini *et al.* (2012).

- a) Elemento refere-se a grande área (setor físico, operação, processo ou atividade) ao qual o indicador se aplica;
- b) Fator avalia como se combinam componentes dentro do elemento que pode determinar vários fatores;
- c) Medida refere-se à unidade mais adequada para medir cada fator, ainda que originário do sistema internacional de medidas, há variadas opções de unidades em função da natureza do fato. Ou seja, as unidades são compatíveis com o objeto da medida.

### 2.7.2. Aplicação de indicadores

Paladini *et al.* (2012, p. 58) salienta que a utilização de um indicador da qualidade depende de que sejam determinados quatro aspectos básicos: objetivo, justificativa, ambiente e padrão.

“O objetivo determina a finalidade do indicador, ou seja, o que o indicador está expressando em termos de avaliação da qualidade. A justificativa refere-se à relevância do indicador, a razão pela qual o indicador deve ser considerado” (PALADINI *et al.*, 2012, p. 58)

Paladini *et al.* (2012, p. 58), destaca:

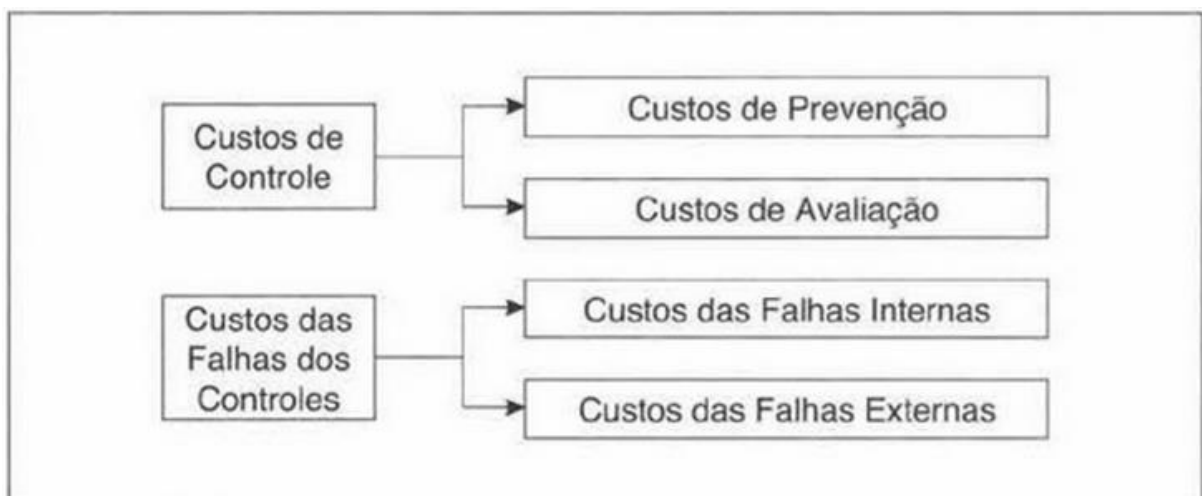
Quanto aos ambientes, o indicador refere-se ao processo produtivo em si (indicadores de desempenho), reportando-se à avaliação da qualidade *in line*, onde é avaliado o desempenho do processo produtivo ao englobar procedimentos de gestão tática e operacional. O indicador pode referir-se as atividades de suporte ao processo (indicadores de apoio) direcionando-se para a avaliação da qualidade *on line*, que mede as reações da empresa frente ao mercado.

O padrão determina o resultado avançado dos valores expressos pelos indicadores. Revela a meta a ser alcançada, dessa forma, espera-se que os indicadores evidenciem se o processo sob estudo está a qual distância dessa meta (PALADINI *et al.*, 2012, p. 58).

### 2.7.3. Custos da qualidade

Segundo Feigenbaum (1991, p. 109) “qualidade satisfatória significa utilização satisfatória de recursos e conseqüentemente custos menores”. As principais áreas de custo de qualidade são segmentadas como na Figura 11.

Figura 11 – Categorias dos Custos da Qualidade



Fonte: Feigenbaum (1991).

Feigenbaum (1991, p. 112) caracteriza essa divisão:

- a) Os custos de prevenção impedem a ocorrência de defeitos e não-conformidades e incluem os gastos de qualidade para inibir a entrada de produtos indesejáveis. Estão inseridos nessa categoria, as áreas de custo como engenharia de qualidade e treinamento de qualidade de funcionários;
- b) Os custos de avaliação têm como objetivo custear a manutenção dos níveis de qualidade da empresa por meio de avaliações oficiais da qualidade do produto. “Isso inclui custos como inspeção, teste, auditorias de qualidade;
- c) Os custos das falhas internas de controle (causados por itens que não atendem aos requisitos de qualidade) são medidos de duas formas – refugo, deterioração ou material retrabalhado, e custos de materiais;
- d) Custos de falhas externas incluem os custos da qualidade indesejada externamente à empresa, como desempenho do produto, falhas e reclamações de clientes.

Robles Júnior (2009) complementa que os custos operacionais da qualidade são relacionados com a definição, criação e controle da qualidade, bem como a definição do valor e retorno da conformidade com a qualidade, confiança e requisitos de segurança. Os custos de qualidade operacional, portanto, estão relacionados aos aspectos de qualidade orientados para o cliente total.

### **3. ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso deste trabalho caracteriza-se pela aplicação do MASP para a solução do problema de alto índice de defeitos no processo de pré-pintura. O cliente (chamado de “Cliente X” para preservar sua identidade) que detectou o problema e a partir da demanda, da entrega de valor, as medidas foram tomadas por parte da empresa.

O período de tempo que se passou a ocorrência dos fatos do estudo foi dividido em semanas. Um ano comum de 365 dias possui em torno de 52 semanas. O estudo iniciou-se na trigésima-oitava semana do ano de 2017 (primeira semana do mês outubro) e obteve encerramento com o término da consolidação dos resultados na vigésima semana do ano de 2018 (última semana do mês de abril).

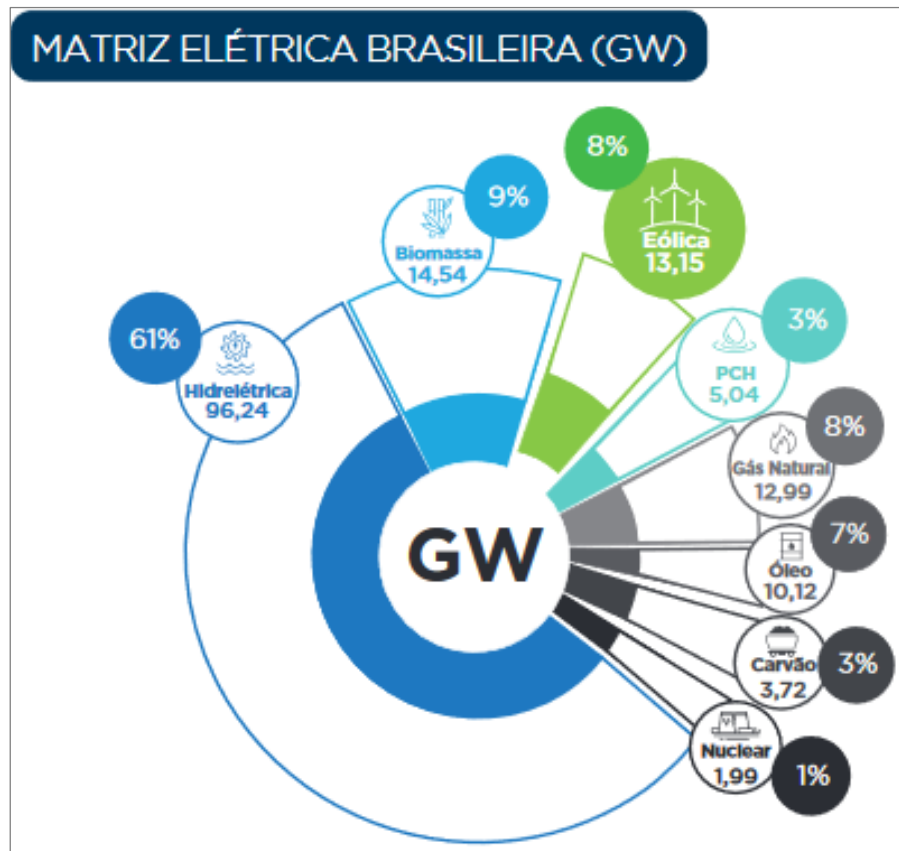
O presente capítulo contextualiza o mercado de energia eólica, a empresa em estudo, o objeto em observação (que corresponde a pá eólica, um dos componentes fabricados para permitir o funcionamento de aerogeradores), e o processo em análise, para contribuir com o entendimento e posicionamento do leitor acerca da problemática.

Posteriormente, apresenta as etapas do estudo a partir do prévio indicativo de como ocorreu cada fase do estudo. Em seguida, o desenvolvimento relata os resultados e expõe as discussões e observações importantes destacadas pelo autor. Por fim, as considerações finais retratam questões em paralelo ao desenvolvimento do estudo, que não podem ser desconsideradas para entendimento de todas as vertentes do trabalho.

#### **3.1. Caracterização do Mercado de Energia Eólica**

O mundo se transforma em grande velocidade, inovação e tecnologia determinam o ritmo de crescimento em todos os setores econômicos por meio de evolução em soluções cada vez mais baratas e criativas. Acompanhar as mudanças globais requer preparo, visão e novas habilidades, e o setor elétrico brasileiro possui esse desafio pelas fontes de energias renováveis, com destaque ao mercado eólico, considerada uma fonte competitiva comparativamente às demais fontes de energia e em regiões que trazem desenvolvimento socioeconômico. No Gráfico 1, a divisão atual de energia elétrica gerada por setor é destacada.

Gráfico 1 – Matriz Energética Brasileira



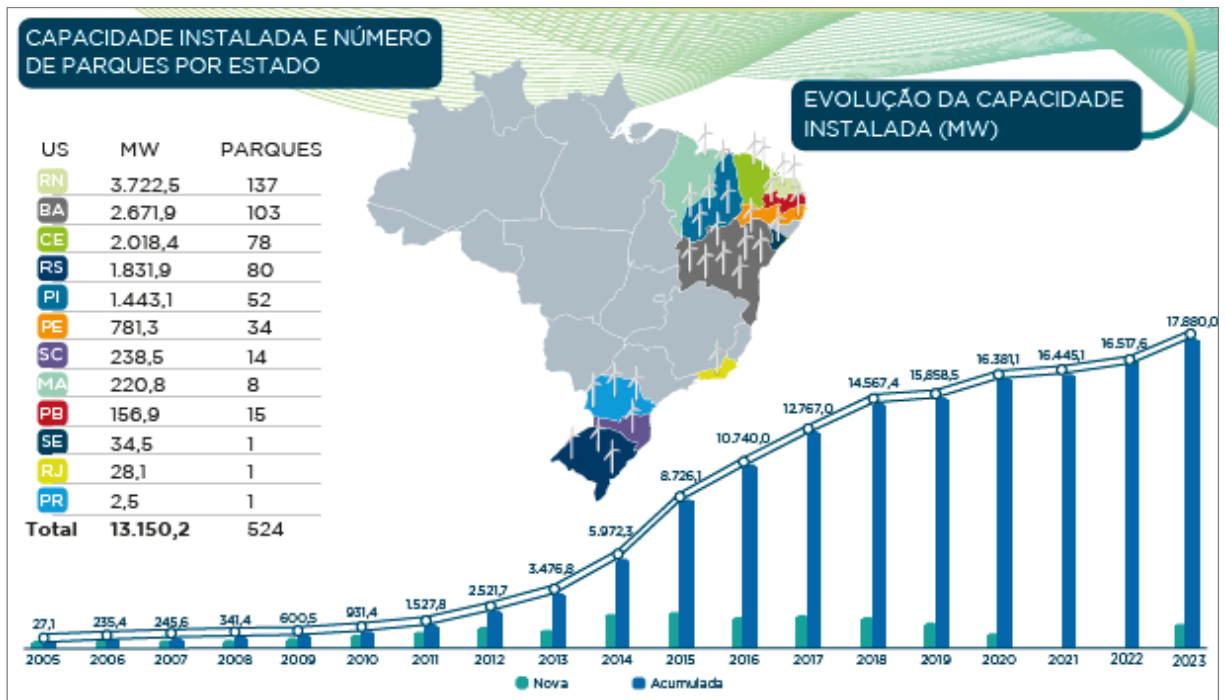
Fonte: ABEEólica (2018).

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica, 2018), o Brasil possui mais de 13 gigawatts de capacidade de energia eólica instalada (Gráfico 1) em mais de 520 parques eólicos construídos a partir de 6.600 aerogeradores em funcionamento, operando em 12 estados do território nacional. Essa energia abastece cerca de 22 milhões de residências por mês no país que contém o equivalente a 67 milhões de habitantes brasileiros.

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.

Segundo a ABEEólica (2017), o fator de capacidade médio no Brasil foi de 42,9% em 2017 chegando a 71,21% na região Nordeste, cujo percentual de energia elétrica consumida, oriundo desse mercado, foi de 70,45%. A Figura 12 retrata a potência de energia eólica de cada estado, assim como a evolução até 2023.

Figura 12 – Tendência de Geração de Energia Eólica no Brasil



Fonte: ANEEL/ABEEólica (2018).

A ABEEólica (2018) prossegue nos dados de que a região Nordeste corresponde a 84% do total de capacidade instalada do país. De 2016 para 2017, o crescimento em capacidade foi de 18,8%. A perspectiva é que até 2023 mais de 4,7 GW de capacidade seja instalada em mais 200 novos parques eólicos, como mostra a tendência evolutiva na Figura 12.

A ABEEólica (2018) destaca que o mercado de energia eólica é bastante promissor, os dados futuros apresentados na Figura 12 referem-se a contratos viabilizados em leilões já realizados e no mercado livre e que novos leilões poderão adicionar mais capacidade instalada para os próximos anos. De 2010 a 2017 o investimento no setor foi de 32 bilhões de dólares. O estado do Ceará é o terceiro maior em capacidade de energia eólica gerada, representando um mercado favorável para as empresas do ramo.

Dado que os parques eólicos estão situados geralmente em lugares remotos, o desenvolvimento pode deixar um legado em diversas comunidades, por exemplo, para cada megawatt de capacidade instalada de energia, em torno de 15 postos de trabalho são criados.

A energia eólica também possui uma vantagem ambiental que, além de ser uma fonte com baixíssimo impacto de implantação, não emite dióxido de carbono em sua operação, possibilitando a substituição de outras fontes de geração de energia elétrica com emissão do composto químico.

### 3.2. Caracterização da Empresa

Uma indústria sustentável é movida por energia limpa, renovável em seus processos produtivos, ou na geração de energia através dos seus produtos e serviços. No caso da empresa em estudo, a sustentabilidade é percebida sob ambas as óticas.

A empresa possui processos certificados e reconhecidos nacional e internacionalmente, que, aliados a competência dos profissionais internos, são mantidos por meio de resultados sustentáveis e de qualidade, além de que produzir energia por meio de fontes biodegradáveis, ou naturais por meio de ventos ou luz solar, são modelos de manufatura cada vez mais robustos, com destaque à energia eólica – mercado no qual a empresa em questão está inserida.

Trata-se de uma fabricante brasileira de pás para aerogeradores fundada em 2010 com o objetivo de se tornar uma referência no mercado de manufatura eólica. Possui localização estratégica na região Nordeste do Brasil, que concentra 84% do total de capacidade eólica brasileira (como mencionado anteriormente por meio da Figura 12), principal fator estudado para definição da área de construção da primeira fábrica. Este fato é importante quando se considera o tamanho continental do Brasil e os desafios logísticos para o transporte das pás eólicas, ponto forte para a empresa que combina facilidades *state-of-the-art*, ou seja, os processos possuem tecnologia de ponta, e o ciclo logístico é rápido, confiável, e com custos competitivos para transportar o produto aos parques eólicos do Brasil e exterior.

As instalações possuem infraestrutura completa com capacidade para satisfazer às necessidades dos clientes, a partir de layout desenhado exclusivamente para corresponder aos requisitos de projeto e produto, porque a empresa fabrica pás eólicas de acordo com o plano de cada cliente, e divide a grande maioria de seus recursos para atendê-los de forma específica. Os galpões de produção, as máquinas, as equipes dos setores produtivos, as equipes dos setores de suporte, os documentos, os procedimentos operacionais, entre outros, são individuais de cada cliente.

A equipe fabrica as pás eólicas com foco na qualidade da peça e eliminação de desperdícios, por meio de um ambiente de trabalho seguro e limpo que transcende competência e transparência aos *stakeholders*. Porém, os requisitos de qualidade entre os clientes são diferentes, o que dificulta o trabalho do Setor de Qualidade de modo que a maior parte não compõe um sistema integrado de compartilhamento de informações e metodologias de análises e soluções de problemas. Essa observação justifica a descentralização do setor e distribuição dos meios para cada tipo de projeto dos clientes.

A divisão de serviços especializados criada pela empresa é dedicada à inspeção, manutenção e estudos de engenharia e qualidade. Contém o próprio corpo técnico de profissionais, tratando-se de uma equipe com vasta experiência na fabricação, reparo e aumento de performance, como a duração dos aspectos estéticos das pás eólicas a partir de um centro de excelência técnica.

Considerada como uma das 10 melhores empresas no setor de bens de capital em 2016, segundo dados da Revista Exame (2017), a empresa possui aproximadamente 2200 funcionários, os quais são divididos em três turnos de trabalho, seis dias por semana. Possui 4 clientes, entre eles, empresas gigantes no mercado mundial de geração de energia. Apesar da pouca quantidade de clientes, trata-se de um produto que possui alto valor agregado, porque o faturamento é realizado mediante venda de um *set* – conjunto de pás eólicas formado por três pás cujos pesos são aproximados. Classificada como uma das 1000 maiores empresas por receita líquida em 2016, seu crescimento em vendas líquidas correspondeu a 74,5% no período, com rentabilidade (retorno do investimento obtido no ano) de 41,5%.

A empresa possui os principais setores produtivos de Fabricação de kits, Laminação no molde e Acabamento das pás por quantidade de clientes, em seus respectivos galpões de processo, assim como a distribuição de equipes de suporte (Qualidade e Engenharia destacadas como as principais) para atender às especificações de cada cliente.

### **3.3. Caracterização do Produto**

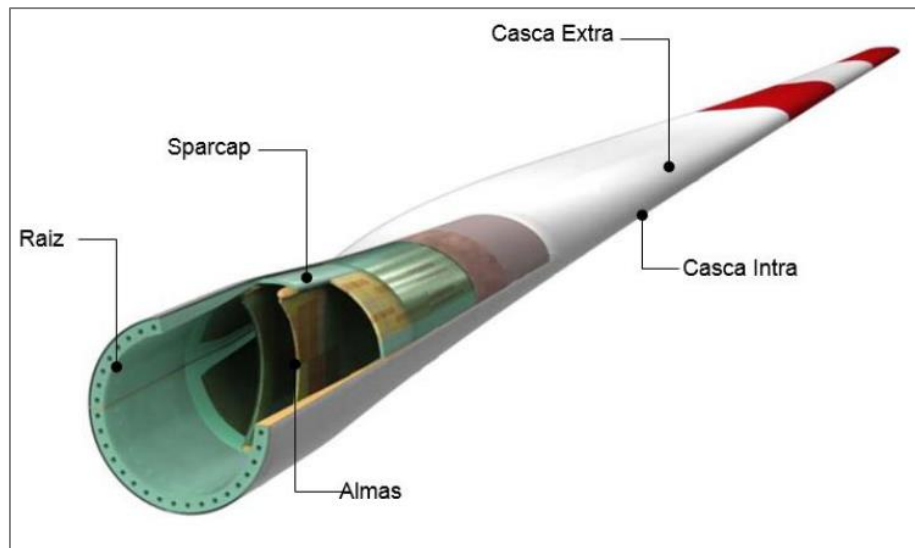
Segundo Albuquerque (2017), as pás para aerogeradores fabricadas na empresa possuem cinco objetivos principais:

- a) Ter peso em quantidade mais leve possível;
- b) Mitigar as vibrações e a carga na qual os componentes estão expostos;
- c) Capturar o maior valor de energia influenciado pela Aerodinâmica das peças;
- d) Operar em condições climáticas adversas;
- e) Atingir vida útil entre 20 e 25 anos.

Albuquerque (2017) completa que o material utilizado nos processos de fabricação é o tecido de fibra de vidro que, em conjunto com a resina epóxi, dá origem ao compósito denominado “Plástico Reforçado com Fibra de Vidro”. A Figura 14 expõe alguns dos componentes principais das pás eólicas cuja visualização é permitida no Setor Produtivo de Laminação, antes da colagem das cascas e fechamento da pá no molde.



Figura 13 – Composição de Pás para Aerogeradores – Setor Laminação

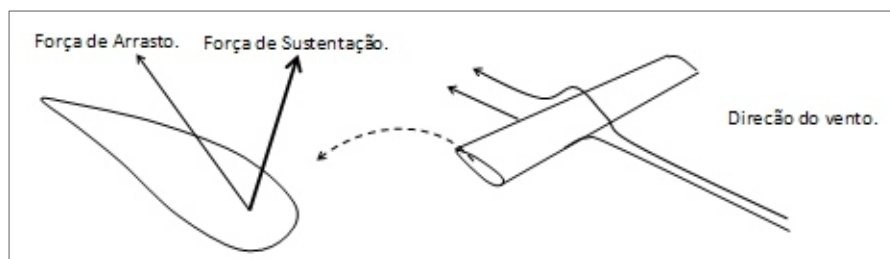


Fonte: Rodrigues (2016).

Para diminuir o peso do produto, primeiro objetivo mencionado, são utilizados materiais estruturais de núcleo, como espuma ou madeira balsa, entre as cascas e *sparcap*. Adesivos, como massa de colagem, são utilizados na união entre as peças do molde. Tinta, massas líquidas de cobertura, juntamente a outros químicos, são inseridas nos processos de acabamento superficial das peças. O *sparcap*, como um dos componentes das peças, auxilia no segundo objetivo, pois sua utilidade consiste em ligar os pontos de junção entre os componentes da pá para proporcioná-las resistência a torção e flexão (ALBUQUERQUE, 2017).

As condições aerodinâmicas de projeto dos clientes possibilitam o atingimento do terceiro objetivo de fabricação das pás eólicas. A Figura 14 exemplifica um corte transversal da pá eólica indicando a região de colisão entre o fluxo de direção do vento e a superfície da peça, e as forças aerodinâmicas básicas que atuam no sistema eólico.

Figura 14 – Corte Transversal da Pá Eólica

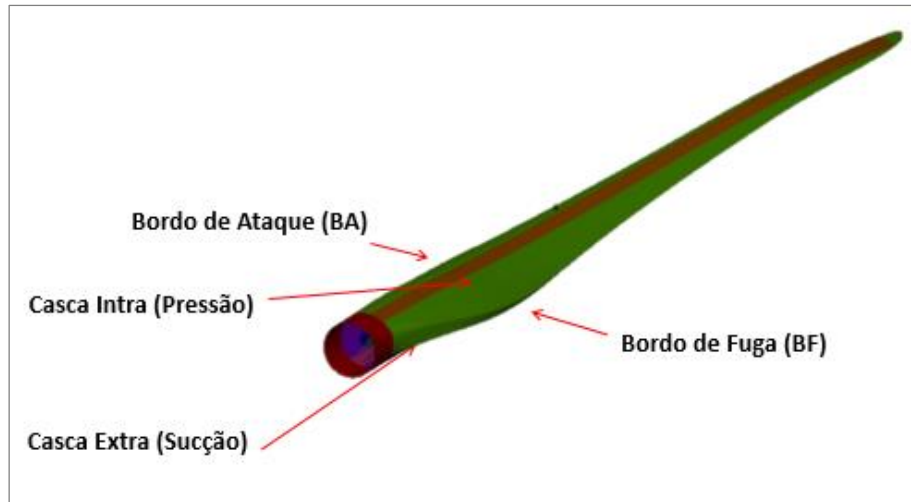


Fonte: Faria (2016).

A força de sustentação proporciona o movimento giratório da pá, concomitantemente, a força de arrasto permite a pá refrear diante da velocidade do vento acima do suportado pelo equipamento.

A pá é dividida em raios de circunferência, numerada do zero (região da raiz) ao raio equivalente ao comprimento (região da ponta). A pá do Cliente X, objeto de estudo deste trabalho, possui quase 60 metros de comprimento. A Figura 15 destaca as divisões da pá mais utilizadas nesse trabalho, ou seja, os componentes das pás eólicas no ponto de vista do Setor Produtivo de Acabamento.

Figura 15 – Composição das pás para Aerogeradores – Setor Acabamento



Fonte: Empresa em Estudo (2017).

O local de recebimento do fluxo de ar chama-se bordo de ataque. O ponto extremo ao Bordo de Ataque, local em que os fluxos de direção do vento voltam a se encontrar, chama-se de Bordo de Fuga. As cascas após fechamento, no Setor de Acabamento, chamam-se Casca Pressão e Casca Sucção (representadas anteriormente por Casca Intra e Extra respectivamente) nomes intuitivos que determinam região de captação e contenção do fluxo de ar.

Para operar em condições adversas, quarto objetivo mencionado, procura-se utilizar uma matéria-prima de melhor qualidade e resistência contra avarias. E para aproximar-se do quinto motivo de fabricação, a empresa disponibiliza assistência técnica para os produtos vendidos, por meio de serviços especializados, com a finalidade de postergar a vida útil dos bens produzidos.

### 3.4. Caracterização do Processo Produtivo

O processo estudado neste trabalho foi o de pré-pintura, contido no Setor Produtivo de Acabamento. Este pode ser dividido em 3 etapas e representado, para melhor compreensão, conforme Figura 16.

Figura 16 – Processo Pré-pintura - Acabamento



Fonte: Autor.

As etapas podem ser descritas da seguinte forma:

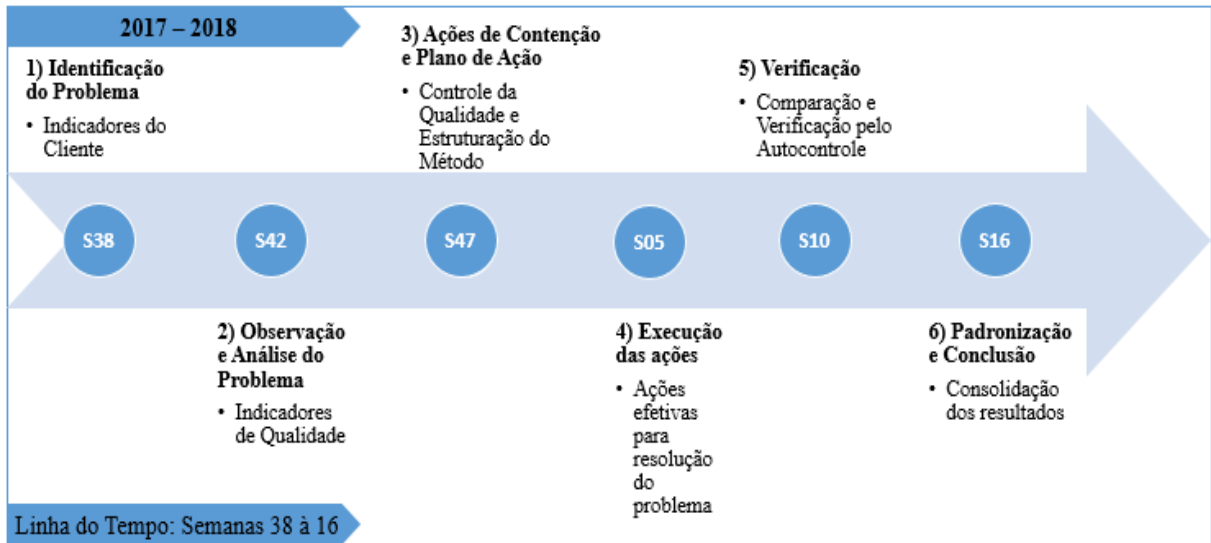
- a) Laminação dos reforços: contempla as atividades de retirada da superfície plástica do molde da pá no fechamento (rebarbação), da aderência de resina em camadas de tecido para cobrir falhas dos bordos devido a colagem das cascas (laminação dos reforços), do período de cura dos materiais aplicados e do lixamento dos bordos com ferramentas manuais;
- b) Aplicação de Massa *Putty*: considera as atividades de aplicação da massa de correção à base de material epóxi, da cura do Putty e do lixamento das camadas desse material com o objetivo de atingir aspecto liso, ou seja, sem imperfeições superficiais;
- c) Aplicação de *Pore Filler*: abrange as atividades de aplicação de massa para preencher micro poros superficiais, da cura do *Pore Filler* e do lixamento com ferramentas manuais na área de aplicação, em sua maior concentração, na região dos bordos.

Os gargalos do processo são voltados para a qualidade do produto, tempo de ciclo de produção e consumo de material. A busca, em primeiro lugar, pela resolução do gargalo de qualidade (dentre muitos outros também importantes) foi devido à identificação da situação crítica do indicador, mediante percepção do cliente. Se uma empresa não procura satisfazer às necessidades de seu cliente, não sobreviverá em um mercado global cada vez mais competitivo.

### 3.5. Apresentação das Etapas do Estudo de Caso

As etapas do estudo de caso foram baseadas na linha do tempo em que iniciou a ocorrência dos fatos destacados na Figura 17, desde a primeira reunião com o cliente na Semana 38 de 2017 até a consolidação dos resultados positivos na Semana 16 de 2018.

Figura 17 – Linha do Tempo 2017 – 2018 das Etapas do Estudo

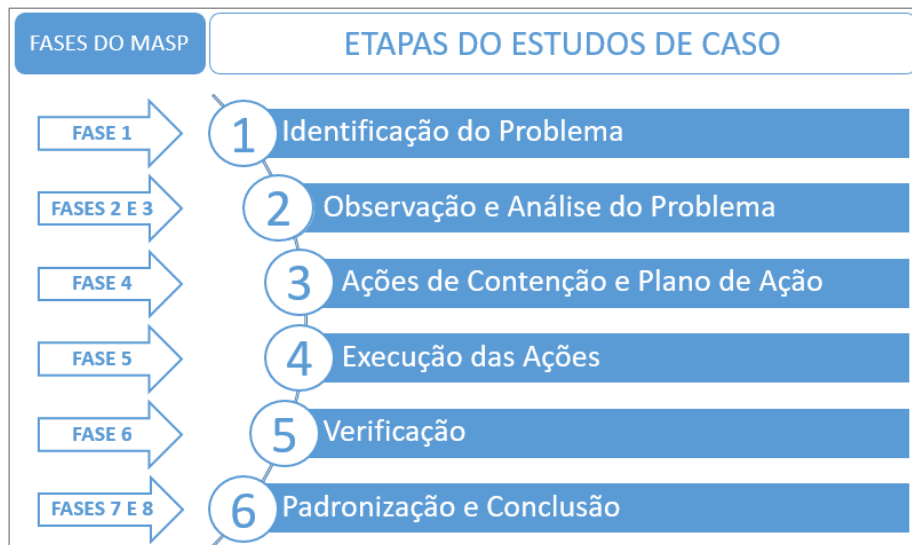


Fonte: Autor.

As semanas do ano em evidência na linha do tempo correspondem aos meses de outubro de 2017 a abril de 2018 totalizando 6 meses. É importante frisar que as semanas destacadas são períodos de transição entre uma etapa e outra, e marca o tempo de início de cada intervalo, portanto, pode haver características de uma etapa presentes na etapa antecedente ou consecutiva.

Com base no encadeamento dos fatos, o estudo de caso apresentado é composto pelas etapas exemplificadas na Figura 18 correlacionadas às fases do MASP.

Figura 18 – Relação entre as Fases do MASP e as Etapas do Estudo de Caso



Fonte: Autor.

A Figura 18 mostra a relação entre as etapas de aplicação do método e as etapas em que ocorreram o estudo. A Fase 1 do MASP corresponde a Etapa 1 do estudo de caso, as fases

2 e 3 do método correspondem a Etapa 2, e assim sucessivamente até as Fases 7 e 8 serem abordadas na Etapa 6 do estudo. As etapas são detalhadas a seguir.

### **3.5.1. Etapa 1 – Identificação do problema**

Ao longo do estudo de caso, são mencionadas 3 principais partes interessadas:

- a) Cliente X;
- b) Setor de Qualidade X;
- c) Setor de Produção Acabamento X.

Como mencionado anteriormente, a empresa em estudo fabrica pás eólicas de acordo com o projeto de cada cliente, e a distribuição de recursos é realizada para atender a cada um. Na etapa de identificação do problema, o cliente e o Setor de Qualidade são os maiores participantes.

Na primeira etapa do presente estudo, foi detectado um problema por meio do *feedback* do cliente. O alto índice de defeitos de qualidade no processo de pré-pintura retratava a situação de um item em descontrolo. Um fluxograma correspondente ao processo na Semana 38 é apresentado para explicar em qual momento do fluxo o cliente intervém para a coleta de dados.

Semanalmente, o Cliente X reportava seus indicadores de qualidade do produto à empresa através dos dados colhidos pelos inspetores especializados *in loco*. Eles inspecionavam 100% das peças no processo de pré-pintura no Setor de Acabamento e geravam relatórios de acompanhamento. Quando não inspecionavam 100% das pás na semana em questão, a pá não inspecionada, geralmente, aguardava a aprovação do cliente na semana subsequente.

Na Semana 38 de 2017, a partir de uma reunião entre os representantes do Cliente X e o Setor de Qualidade da empresa (correspondente ao cliente), foi apresentado os indicadores de inspeção do cliente e revelado uma situação de verdadeira insatisfação por parte do mesmo. O Setor de Qualidade não conseguiu responder aos questionamentos evidenciados perante a detecção do problema, a passividade do setor era influenciada por diversos fatores, que serão discutidos a seguir, mediante ordem cronológica de acontecimentos dos fatos.

### **3.5.2. Etapa 2 – Observação e Análise do Problema**

Na etapa de observação e análise do problema, o Setor de Qualidade procurou constatar a existência do problema e investigar sua origem. Através de listas de verificação,

acompanharam o processo de inspeção de cada produto ao longo das Semanas 38, 39, 40, 41 e 42 de 2017, obtendo dados significativos na última semana listada.

A coleta de dados para investigação foi realizada por meio de *checklists*, um documento impresso em formato de planilha de Excel, onde os dados de inspeção poderiam ser registrados, computados e arquivados via rede de arquivos da empresa.

Logo após o acompanhamento do problema, os dados foram apresentados como indicadores de qualidade. Melhorada sua confiabilidade, as informações foram estratificadas, e iniciou-se a análise do problema por pá fabricada e por região de identificação. O Gráfico de Pareto foi uma ferramenta utilizada para entender qual o maior impacto no resultado negativo que estava sendo medido.

Para analisar o problema e encontrar as principais causas, ocorreram reuniões de *brainstorming*, estavam presentes representantes do Setor de Qualidade, Engenharia, Produção e PCP, cujas entregas foram as ferramentas preenchidas do Diagrama de Ishikawa e a Matriz GUT de priorização.

A partir da definição da sequência de prioridade de atuação nas causas fundamentais, foram acordadas as ações de contenção e planejadas as ações de correção permanentes.

### **3.5.3. Etapa 3 – Ações de contenção e Plano de ações efetivas**

Após a análise do problema, o Setor de Qualidade precisou agir para contê-lo tomando algumas medidas de impacto positivo, porém não sustentáveis para garantir o resultado esperado. Os obstáculos que fizeram o setor implementar ações emergenciais, foram:

- a) Distinção entre as inspeções realizadas pelo Setor de Qualidade no processo de pré-pintura de uma mesma pá eólica devido a variação do fator humano;
- b) Diferença entre os critérios de inspeção do Cliente X e do Setor de Qualidade;
- c) Falta de identificação dos defeitos de qualidade do produto pelo Setor de Produção.

Os resultados das ações de contenção são mais satisfatoriamente explícitos na Semana 47 a partir da evolução favorável dos indicadores do cliente.

Simultaneamente às ações imediatas, ocorreu a elaboração do plano de ações em duas vertentes. Fez-se preciso traçar um plano robusto de ações efetivas para atingir os resultados desejados de forma fundamentada com cronograma, escopo e objetivos definidos

como um projeto de implementação, assim como atuar no nível de defeito de maior influência nos indicadores de qualidade.

Em relação às principais causas de origem do defeito encontrado, foi utilizada a ferramenta 5W2H (adaptado em 5W1H) para auxiliar na relação entre as causas fundamentais e as ações que poderiam mitigá-las, bem como na definição das informações necessárias para intervir em cada causa.

Quanto a estruturação do método para solucionar o problema, dessa vez atuando nas causas fundamentais, foi elaborado durante algumas semanas, e divulgado na Semana 4 para todas as pessoas envolvidas e interessadas, o plano do projeto. As informações de implantação das novas ideias foram reunidas em apenas um local (representado como uma iniciativa de início, meio e fim) de organização das práticas que levariam a equipe definida ao sucesso. O plano recebeu o título de autocontrole devido a ação do Setor de Qualidade que consistia em transferir a responsabilidade da qualidade do produto para a produção, em especial para a EAC – Equipe Autocontrole formada por operadores habilidosos e inspetores flexíveis, portanto, quem poderia responder pela qualidade das peças seriam as próprias pessoas que as fabricam.

Para compreensão do leitor, a atitude, diante do problema, do Setor de Qualidade inicialmente foi trabalhar em ações de contenção, pois era preciso garantir que a situação não se estendesse atingindo maiores proporções, enquanto as ações, que estavam sendo planejadas e baseadas na análise das causas para serem efetivas de modo permanente, fossem tomadas.

#### **3.5.4. Etapa 4 – Execução das ações**

A partir da Semana 5, as ações efetivas foram realizadas seguindo o cronograma estipulado na etapa anterior. Nesta etapa, o *status* das ações foi acompanhado de acordo com a sua execução. As ações expuseram dados para verificação utilizados na etapa seguinte.

Desde a Semana 10, como fruto das ações empregadas, também foi destacado uma ocorrência importante percebida no fluxograma do processo. A inspeção do cliente passa a ser chamada de inspeção final ou FPY (*First Pass Yield*) e ocorre apenas após o último processo do setor de Acabamento, não mais intervém no processo de pré-pintura.

#### **3.5.5. Etapa 5 – Verificação**

Para verificar a efetividade das ações tomadas anteriormente, gráficos comparativos foram utilizados, como gráfico de evolução do indicador de qualidade (evidenciando as

semanas de atuação da equipe autocontrole), gráfico de assertividade em encontrar determinado percentual do total de defeitos, e o gráfico de relação entre o consumo de matéria-prima e o grau de ocorrência do defeito.

O Cliente X monitora o Setor de Qualidade através do FPY, e o Setor, a Produção através do IFPY (*Internal First Pass Yield*) que ocorre também apenas no momento para liberação da pá para o faturamento, última etapa do Setor de Acabamento. No processo de pré-pintura, os inspetores de Qualidade atuam como auditores do processo, monitoram a curva de aprendizagem da EAC e a auxilia em caso de reparos complexos, em conjunto com o Setor de Engenharia de Processo, mediante autorização documental do cliente.

### **3.5.6. Etapa 6 - Padronização e Conclusão**

O reporte de acompanhamento do cliente no FPY permanece semanal, mas a reunião de discussão de resultados entre o Setor de Qualidade e o Cliente X passou a ser mensal a partir da Semana 16, visto que os resultados estão satisfazendo-o, e não há necessidade de justificativas ou tratativas semanalmente.

O processo estabilizado é padronizado sob tais condições, e a aplicação do método permite a reaplicação para os setores correspondentes aos demais clientes da empresa (como sugestão de aplicação). Nesta etapa, o relatório do cliente, o cronograma do plano do projeto concluído, e a relação gráfica entre a evolução do indicador e as fases do PDCA ressaltam a consolidação dos resultados.

### **3.6. Desenvolvimento das Etapas do Estudo de Caso**

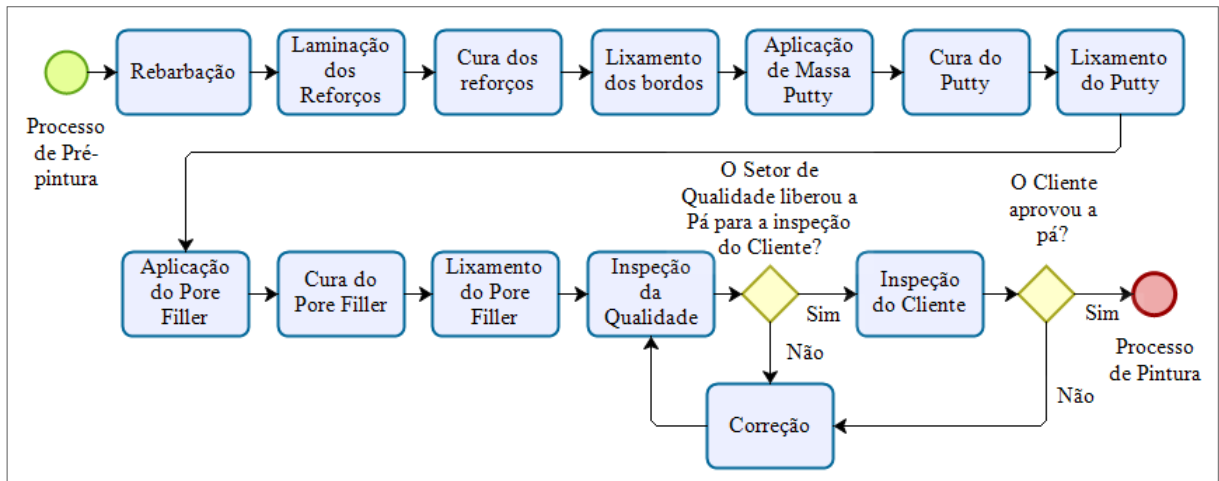
O desenvolvimento do estudo de caso a partir das etapas determinadas por suas alterações na realidade do processo, resultados relacionados às ferramentas de gestão da qualidade e o método PDCA para melhoria dos níveis de controle, gerou discussões a cada evidência. Nesse estágio, os indicadores mostravam-se cada vez mais claros e evoluídos, assistidos de resultados positivos ao longo do estudo. Os valores favoráveis acompanharam o tempo de desenvolvimento da equipe de produção e do conceito de que qualidade é responsabilidade de quem faz, e não de quem verifica. Ganhos, além da qualidade de cada peça, também são possíveis através da implementação de um método estruturado para analisar e solucionar problemas. São esses conceitos e concepções que o presente tópico aborda.



### 3.6.1. Etapa 1 – Identificação do Problema

Para facilitar a compreensão do fluxo do processo de pré-pintura no Acabamento e entender em qual momento as informações para detecção do problema foram encontradas, a Figura 19 retrata o fluxograma na Semana 38 exibindo a intervenção do cliente no processo.

Figura 19 – Fluxograma do Processo de Pré-pintura na Semana 38



Fonte: Autor.

A partir do desenho do Fluxograma, percebe-se que o produto requer duas aprovações, uma do Setor de Qualidade e outra do Cliente X, caso contrário, o produto é corrigido (através de reparo ou retrabalho) até que atinja as especificações de ambos.

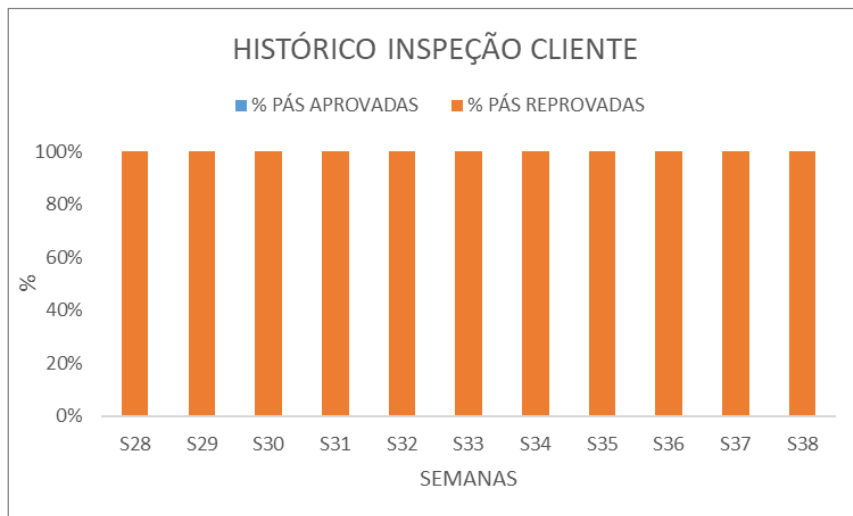
Existe o *check* – inspeção da qualidade, e o *recheck* realizados pelos inspetores, este último significa que a pá é inspecionada novamente após as correções. Mesmo que o Setor de Qualidade aprove o produto para a inspeção do cliente, o mesmo ainda não está isento de defeitos, muitos ainda passam adiante no processo gerando novamente a necessidade de inspeção.

A metodologia do cliente consistia em inspecionar todas as pás preparadas para pintura. Inspetores representantes eram acionados mediante término do processo de pré-pintura para identificar defeitos de qualidade nas pás.

Relatórios eram gerados e reportados em reunião semanal do Cliente X e Setor de Qualidade, cujos acompanhamentos centralizavam-se no índice histórico de aprovação de pás por semana, na média semanal de defeitos por pá relacionado a quantidade de pás inspecionadas e na estratificação de categorias de defeitos encontrados, seguida da evolução histórica da respectiva classificação do defeito.

O Gráfico 2 permite visualizar um histórico de 11 semanas sem aprovação de pás pela primeira inspeção do Cliente X, mesmo após a inspeção e liberação do Setor de Qualidade, indicador reportado na Semana 38.

Gráfico 2 – Histórico de aprovação de pás – Inspeção do Cliente S38

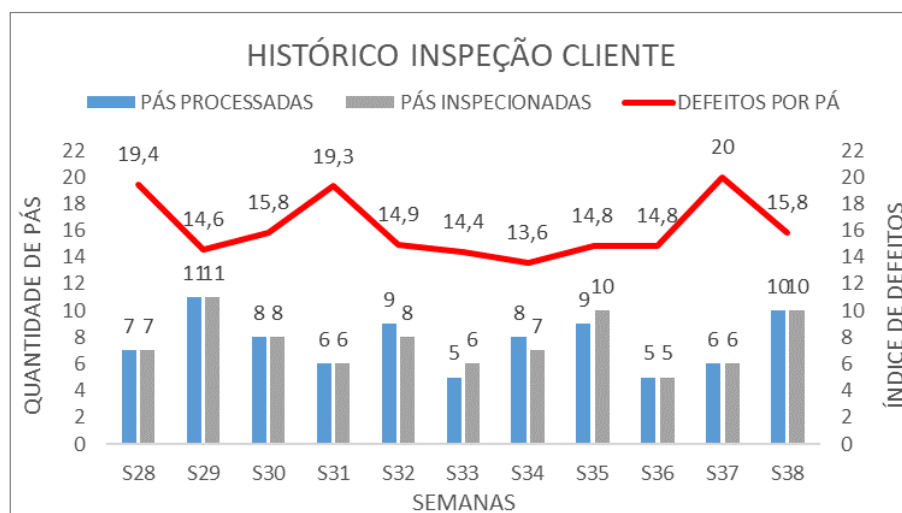


Fonte: Autor.

Pás reprovadas de primeira pelo cliente, como mostra o Gráfico 2, significam que durante seus processos de pré-pintura, necessitam de no mínimo 4 etapas de inspeção no total e que todas as peças passam por correções dos defeitos para serem aceitas. As consequências se davam através de retrabalho gerado pelo retorno da pá para o processo, de indisponibilização de postos de trabalho que poderiam ser utilizados para processar outras pás, do aumento nos gastos com mão-de-obra e consumo de material, além de impactar no ciclo de produção do processo em estudo e na produtividade do setor.

Durante as 11 semanas apresentadas, a média de 16 defeitos encontrados pelo cliente, como mostra a tendência do índice de defeito por pá no Gráfico 3, estava impactando no processo seguinte. A reprovação pelo cliente gerava espera entre os processos e aumento de gastos internos.

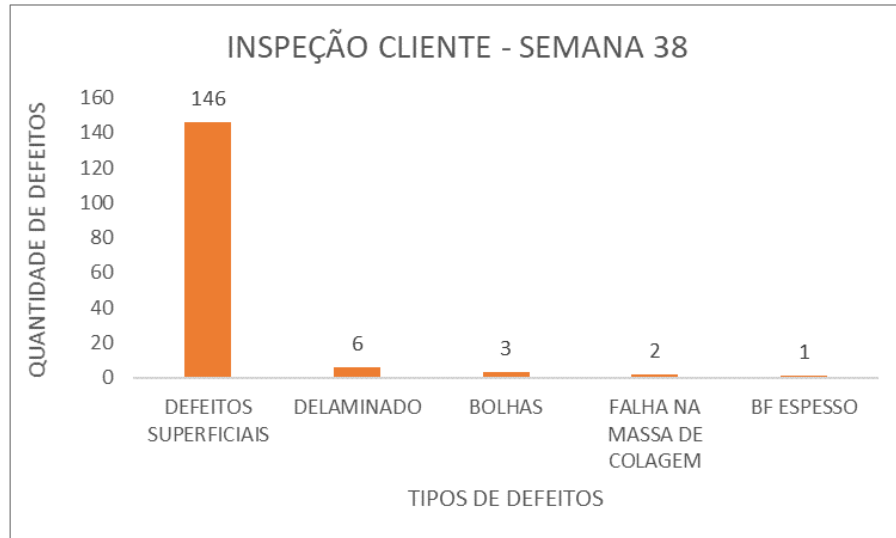
Gráfico 3 – Média de defeitos por pá por semana – Inspeção do Cliente S38



Fonte: Autor.

A partir da demanda do cliente, o Setor de Qualidade foi questionado sobre as causas dos defeitos. O resultado indesejado era oriundo de defeitos na superfície da pá, como evidenciado nos Gráficos 4 e 5 a seguir.

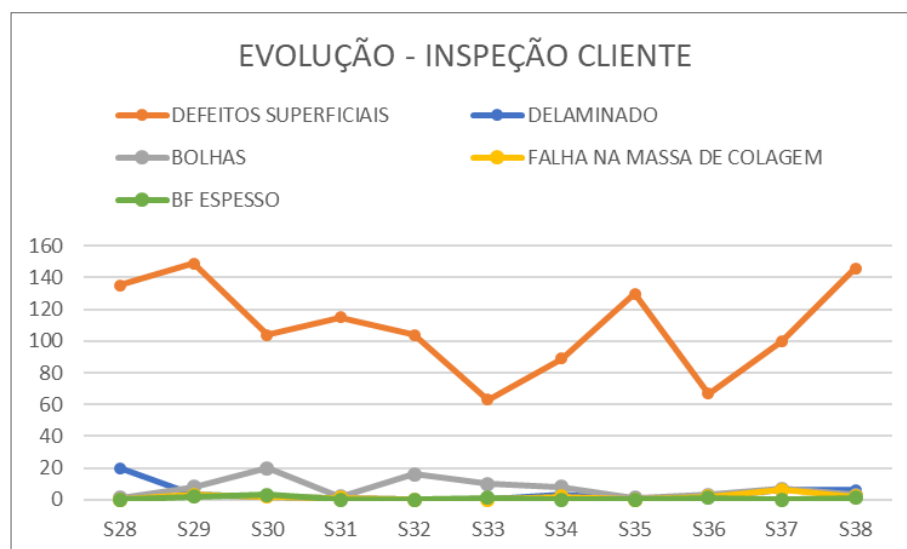
Gráfico 4 – Total de defeitos S38 – Inspeção do Cliente



Fonte: Autor.

Os defeitos detectados de menor quantidade, como bolhas, delaminado e falha na massa de colagem, são de origem do Setor produtivo de Laminação (setor antecedente ao Acabamento), caracterizados por serem mais complexos, e são acompanhados por tratativa de falha pelo Setor de Engenharia com os demais setores envolvidos, a partir da emissão dos relatórios de não-conformidade.

Gráfico 5 – Evolução dos tipos de defeitos por semana – Inspeção do Cliente S38



Fonte: Autor.

Os defeitos de maior quantidade (146 na Semana 38) são identificados na superfície da pá e são de origem do próprio setor, porém os mesmos não eram explorados, não se sabiam quais desses defeitos eram responsáveis pelo maior impacto na qualidade do produto.

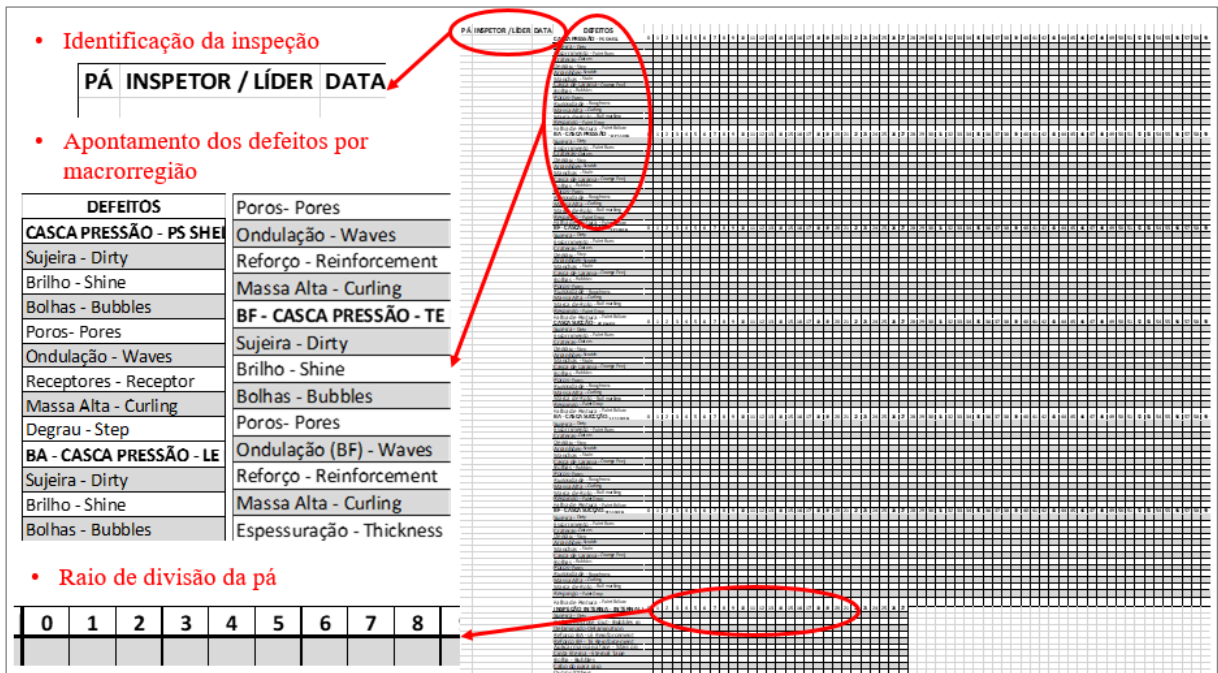
O Setor de Qualidade demonstrou inércia quanto a situação ocorrida, não existia fonte de dados confiável, logo, as causas do efeito inesperado não eram conhecidas.

Dessa forma, o problema de alto número de defeitos de qualidade foi detectado pelo Cliente X e solicitado tratativas que controlassem os indicadores, com o objetivo de garantir a qualidade exigida pelo cliente, que consistia em não encontrar nenhum defeito nesta etapa do processo. Diante disso, o Setor de Qualidade reagiu à demanda do cliente e elaborou estratégias de como solucionar o problema para as semanas seguintes.

**3.6.2. Etapa 2 – Observação e Análise do Problema**

Na etapa 2 do estudo de caso, a observação do problema ocorreu de forma a coletar dados pelo período aproximado de 1 mês. Anteriormente, a coleta das informações de inspeção se dava por mapa de defeitos, que consistia em um desenho da pá sem distinção clara de regiões e de um campo em branco para escrever os defeitos encontrados, sem direção ou classificação dos possíveis defeitos para determinada localidade. A partir da Semana 38, o *checklist* de inspeção foi revisado e padronizado para fins de facilitar a classificação dos defeitos e localização, conforme Figura 20.

Figura 20 – Detalhamento do modelo de *checklist* de inspeção

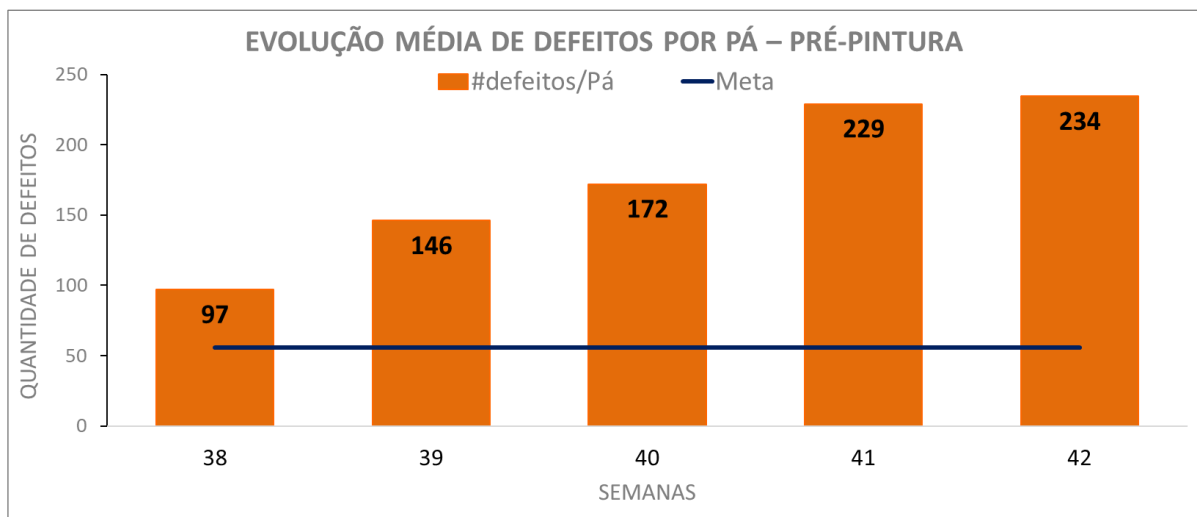


Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo (2017).

No detalhamento do *checklist*, observa-se que este possui identificação da inspeção, apontamento dos tipos de defeitos por macrorregião da pá, e o raio de circunferência do produto, para dividi-lo nos locais de detecção. Há uma etapa com menor número de regiões numeradas que as demais, pois refere-se à região interna, um espaço confinado cuja entrada é possibilitada até o raio 27 da pá.

Recolhido os dados de forma mais razoável e analisando-os, a partir da Semana 42, o passo seguinte foi a estratificação. Essa informação evidenciava, através de indicador, o resultado insatisfatório que se buscava controlar. Os valores são as quantidades médias de defeitos por pá na respectiva semana, como mostra o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Evolução da quantidade média de defeitos por pá – Inspeção Qualidade



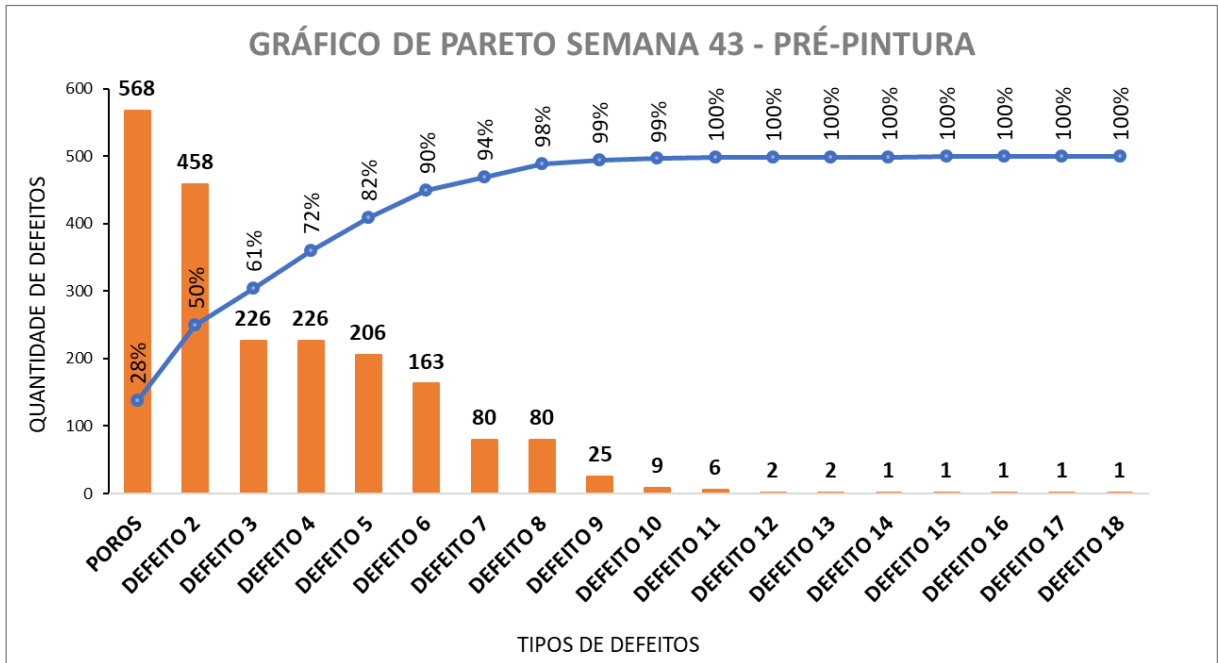
Fonte: Autor.

Devido ao comportamento histórico observado no Gráfico 6, foi evidenciado que em 5 semanas seguidas, 100% das pás estavam com um valor bastante acima da meta estipulada para o período no processo de pré-pintura, e a tendência era de crescimento de um indicador que quanto menor, melhor.

O crescimento detectado no período, de certa forma, foi esperado. A medida que os critérios se tornavam mais inflexíveis e as inspeções mais rigorosas e exatas, mais defeitos eram identificados e corrigidos. Entende-se nesse estágio do indicador que a regra era a de não deixar passar para a inspeção do Cliente.

A estratificação dos dados tem continuidade, foram fabricadas 8 pás na Semana 43, totalizando 2056 defeitos. O Gráfico de Pareto foi utilizado nesta etapa para descobrir qual o defeito de maior impacto no indicador, como apresenta o Gráfico 7.

Gráfico 7 – Gráfico de Pareto Semana 43 – Pré-pintura

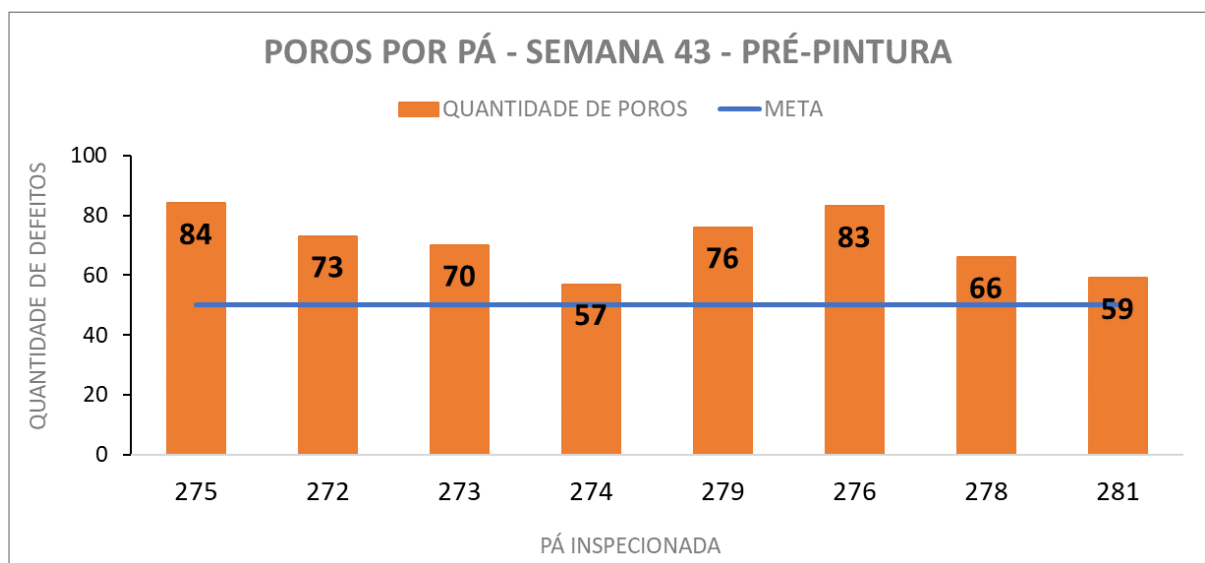


Fonte: Autor.

O gráfico 7 representa o Gráfico de Pareto utilizado para análise. Foi destacado o defeito de maior impacto e preservaram-se os demais, para não expor a empresa sem necessidade, visto que neste período apenas o defeito de Poros foi tratado.

Poros apresentou o maior valor de 568 defeitos correspondendo a quase 30% do total na semana (número médio de 71 defeitos por pá). A estratificação avança com a distribuição da quantidade do defeito por pá fabricada (Gráfico 8) e por raio de ocorrência (Gráfico 9) a seguir.

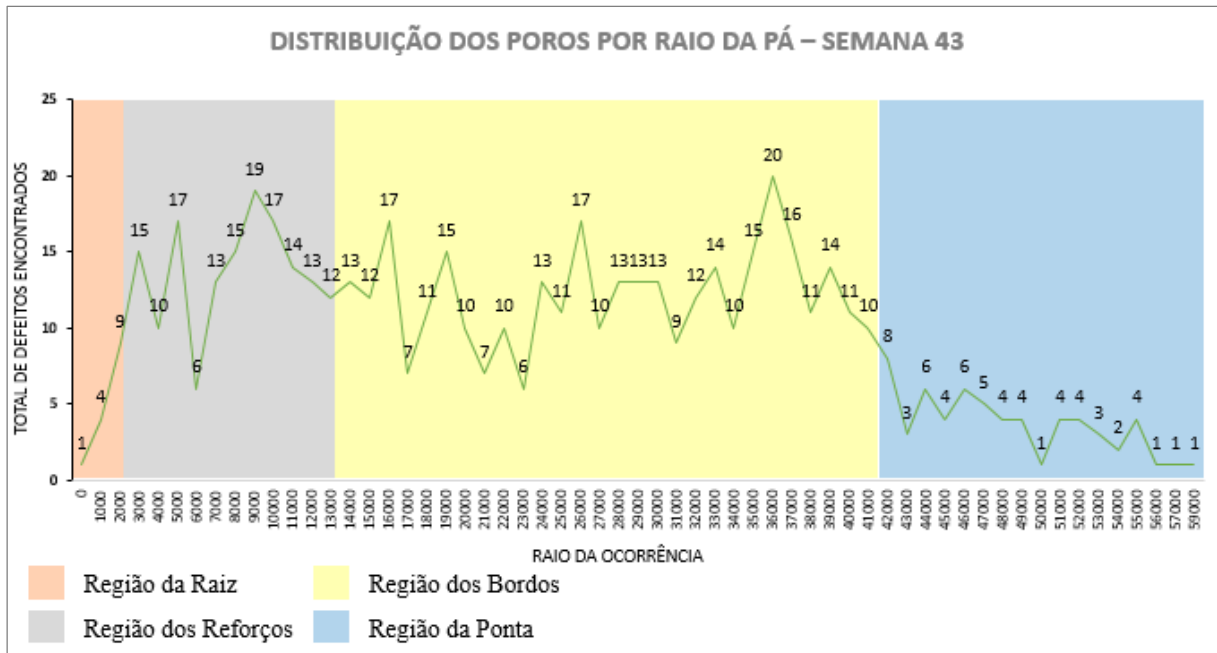
Gráfico 8 – Estratificação por pá na Semana 43



Fonte: Autor.

O acompanhamento do defeito por pá mostrou que 100% das pás da semana estão acima da meta estipulada como um valor aceitável de defeitos no período, ou seja, mesmo se não houvesse a incidência de outros defeitos, essas pás não atingiriam o valor meta estabelecido de qualquer forma.

Gráfico 9 – Estratificação por localidade dos defeitos na Semana 43

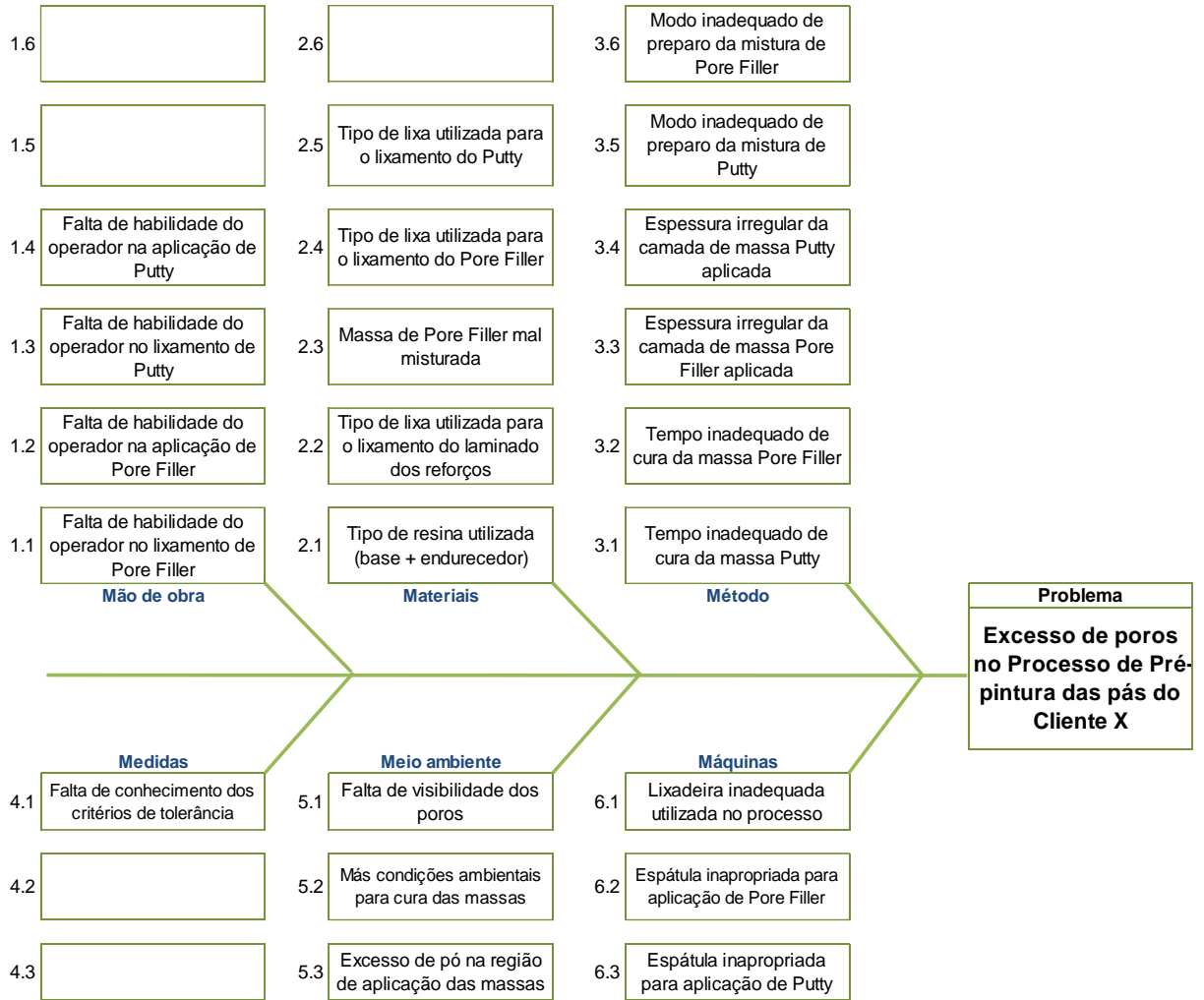


Fonte: Autor.

Os dados por região demonstraram onde atuar diante do problema. Observou-se que a maior incidência de poros, cerca de 60% ou 340 defeitos no total, é destacada na Região dos Bordos, localização de maior área de aplicação e lixamento das massas *Putty* e *Pore Filler* durante o processo de pré-pintura.

Percebido essa relação entre a localidade de maior incidência de defeitos e das atividades que são realizadas na região, tornou-se evidente que a análise dos dados, focada no defeito de Poros e nos recursos envolvidos, precisava ser realizada. Ocorreram reuniões de *brainstorming* com os profissionais de diferentes departamentos da empresa, onde operadores, inspetores, analistas, engenheiros, supervisores e coordenadores estiveram presentes para listar as possíveis causas do alto número de defeitos. No primeiro encontro, a ferramenta utilizada foi o diagrama de causa e efeito para levantar as possíveis fontes do efeito indesejado, como visualizado na Figura 21.

Figura 21 – Diagrama de Ishikawa para excesso de poros nas pás do Cliente X



Fonte: Empresa em Estudo (2017).

O excesso de poros no processo de pré-pintura foi determinado como efeito indesejado a ser analisado no diagrama de Ishikawa por ser considerado o mais elevado entre as classificações dos defeitos no gráfico de Pareto. Foram listadas 22 possíveis razões entre mão-de-obra, materiais, método, medição, meio ambiente e máquinas, sendo método o fator cujas causas foram atribuídas em sua maior parcela, quase 30% do total, relacionando os materiais de *Putty* e *Pore Filler*, e suas atividades correspondentes, às consequências do mal desempenho das mesmas.

Outra ferramenta utilizada foi a Matriz GUT que classifica as objeções encontradas em termos de Gravidade, Urgência e Tendência, através da seleção e escalonamento das causas para identificar qual a prioridade e relevância de tratativas para solução do problema, representada pela Figura 22.



Figura 22 – Matriz GUT de priorização

| Análise para priorização de ação |  | Nota      |          |           |       |                      |
|----------------------------------|--|-----------|----------|-----------|-------|----------------------|
|                                  |  | Gravidade | Urgência | Tendência | TOTAL | Sequência priorizada |
| 6 M                              | Causas   | G         | U        | T         | TOTAL | Sequência priorizada |
| Materiais                        | Tipo de lixa utilizada para o lixamento do Pore Filler           | 4         | 4        | 3         | 48    | 1                    |
| Meio ambien                      | Falta de visibilidade dos poros                                  | 3         | 5        | 3         | 45    | 2                    |
| Mão-de-obra                      | Falta de habilidade do operador no lixamento de Pore Filler      | 5         | 5        | 1         | 25    | 3                    |
| Máquinas                         | Lixadeira inadequada utilizada no processo                       | 2         | 3        | 4         | 24    | 4                    |
| Mão-de-obra                      | Falta de habilidade do operador na aplicação de Pore Filler      | 3         | 3        | 2         | 18    | 5                    |
| Método                           | Modo inadequado de preparo da mistura de Putty                   | 4         | 4        | 1         | 16    | 6                    |
| Meio ambien                      | Excesso de pó na região de aplicação das massas                  | 2         | 2        | 3         | 12    | 7                    |
| Medidas                          | Falta de conhecimento dos critérios de tolerância                | 2         | 3        | 2         | 12    | 7                    |
| Mão-de-obra                      | Falta de habilidade do operador no lixamento de Putty            | 3         | 3        | 1         | 9     | 9                    |
| Mão-de-obra                      | Falta de habilidade do operador na aplicação de Putty            | 3         | 3        | 1         | 9     | 9                    |
| Método                           | Modo inadequado de preparo da mistura de Pore Filler             | 2         | 2        | 2         | 8     | 11                   |
| Método                           | Espessura irregular da camada de massa Pore Filler aplicada      | 2         | 3        | 1         | 6     | 12                   |
| Materiais                        | Massa de Pore Filler mal misturada                               | 2         | 2        | 1         | 4     | 13                   |
| Método                           | Tempo inadequado de cura da massa Putty                          | 2         | 2        | 1         | 4     | 13                   |
| Método                           | Tempo inadequado de cura da massa Pore Filler                    | 2         | 2        | 1         | 4     | 13                   |
| Materiais                        | Tipo de lixa utilizada para o lixamento do Putty                 | 2         | 2        | 1         | 4     | 13                   |
| Máquinas                         | Espátula inapropriada para aplicação de Pore Filler              | 1         | 1        | 2         | 2     | 17                   |
| Materiais                        | Tipo de lixa utilizada para o lixamento do laminado dos reforços | 2         | 1        | 1         | 2     | 17                   |
| Meio ambien                      | Más condições ambientais para cura das massas                    | 2         | 1        | 1         | 2     | 17                   |
| Máquinas                         | Espátula inapropriada para aplicação de Putty                    | 1         | 1        | 2         | 2     | 17                   |
| Materiais                        | Tipo de resina utilizada (base + endurecedor)                    | 1         | 1        | 1         | 1     | 21                   |
| Método                           | Espessura irregular da camada de massa Putty aplicada            | 1         | 1        | 1         | 1     | 21                   |

Fonte: Empresa em Estudo (2017).

Pela elaboração da análise do problema, e por último a avaliação das causas por meio da Matriz GUT, percebeu-se que as atividades relacionadas ao material *Pore Filler* (aplicação, cura e lixamento), assim como os fatores necessários para execução dessas atividades (lixa, ferramenta, experiência dos operadores e procedimentos) dão origem às combinações que causam maior impacto de gravidade, urgência e tendência para a resolução do problema. Das 22 possíveis causas levantadas em *brainstorming*, 8 foram destacadas de maior relevância, e destas, 63% tem relação direta com a utilização do material. Nota-se que é conveniente relacionar essas variáveis, questionando-se qual o impacto gerado pelo retrabalho dos defeitos de poros com a alocação desses recursos.

### 3.6.3. Etapa 3 – Ações de Contenção e Plano de ações efetivas

Em virtude de sanar a generalização do que a situação indesejada poderia atingir, o Setor de Qualidade tomou algumas ações descritas nesta etapa com o objetivo de conter o problema, como evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 – Relação entre a falta de estruturação e as ações para contê-la

| TRANSTORNOS   | AÇÕES DE CONTENÇÃO  |
|---|---|
| Distinção entre as inspeções realizadas pelo Setor de Qualidade no processo de pré-pintura de uma mesma pá eólica devido a variação do fator humano | Padronização dos critérios internos de inspeção   |
|   | Revisão do Procedimento Padrão de Inspeção  |
|   | Treinamento dos inspetores de Qualidade no padrão de inspeção                                   |
| Diferença entre os critérios de inspeção do Cliente X e do Setor de Qualidade   | Acompanhamento das inspeções do cliente com equipamentos de medição                             |
|   | Padronização dos critérios de inspeção entre Cliente e Qualidade                                |
| Falta de identificação dos defeitos de qualidade do produto pelo Setor de Produção.   | Pré-inspeção junto ao supervisor de produção além da inspeção de qualidade ao final do processo |

Fonte: Autor.

A primeira estratégia implementada foi a de padronizar os critérios internos de inspeção pelo Setor de Qualidade. Existia a coleta de dados, mas haviam variações, como tipos de defeitos ou regiões, que dependiam da observação de cada inspetor. Se inspetores diferentes fizessem inspeção da qualidade em uma mesma pá, um inspetor realizando a primeira inspeção, outro, fazendo o *recheck* após correção, poderiam ser encontrados defeitos diferentes, ou em regiões diferentes, que não se assemelhavam aos que o inspetor anterior identificou.

Dessa forma, era dificultoso para a operação corrigir os defeitos ao notarem divergências nas inspeções (defeitos diferentes marcados no *check* e *recheck* da Qualidade) causando a necessidade da intervenção do setor no processo a todo momento. A partir da padronização interna, o procedimento de inspeção foi atualizado e os inspetores devidamente treinados.

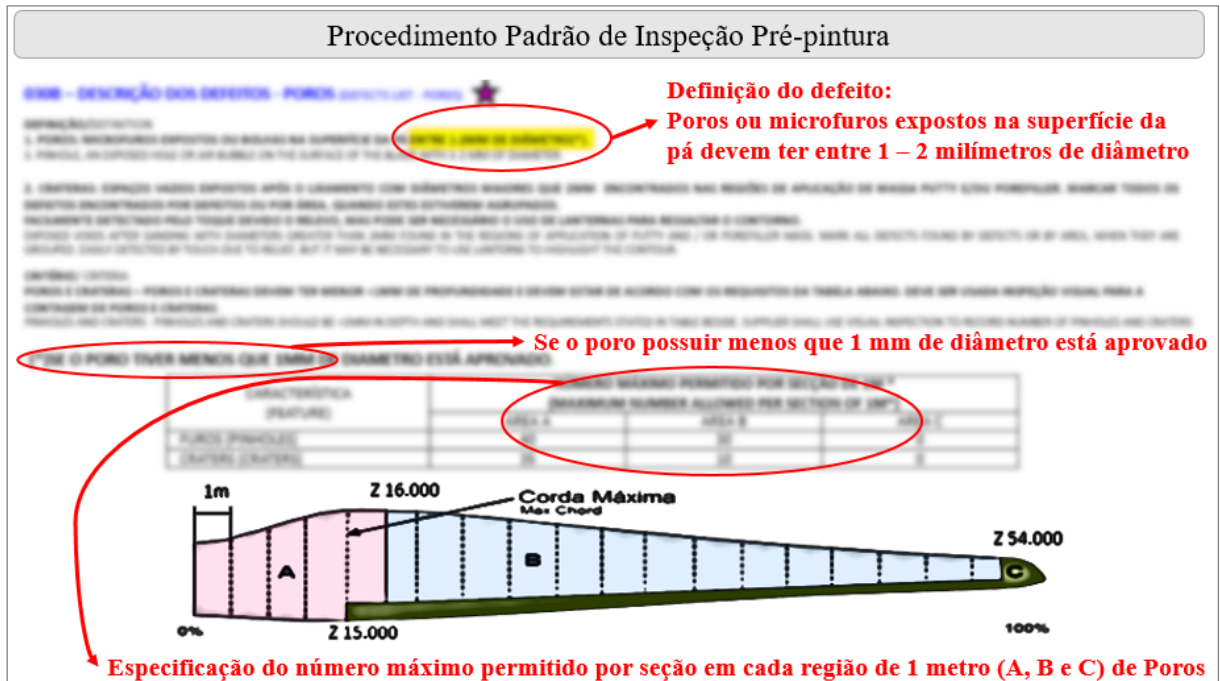
A medida seguinte foi redefinir os critérios de defeitos junto ao cliente. Parâmetros de medição tornaram-se mais detalhados, pois, uma vez que o critério estivesse bem definido quantitativamente e sem a influência de pontos de vista diferentes das pessoas participantes, mais confiável a informação se tornaria.

Enxergou-se que existiam alguns tipos de defeitos que o cliente considerava, porém, esses mesmos não eram considerados pelo Setor de Qualidade. Os inspetores passaram a acompanhar a inspeção do cliente com o procedimento interno revisado e alguns equipamentos de medição mais simples em mãos, como uma lupa de medição, para questionar e entender qualquer marcação de defeitos realizada pelo cliente. Seguente ao acompanhamento e entendimento das anomalias, o procedimento padrão de inspeção foi adequado às especificações do Cliente X.

O defeito destacado a seguir, que gerou a primeira atualização no procedimento padrão de inspeção, foi o de Poros, pois o mesmo foi identificado como principal causa do

problema de quantidade elevada de defeitos por pá. A Figura 23 mostra uma representação do procedimento após atualização.

Figura 23 – Representação do Procedimento Padrão de Inspeção Pré-pintura



Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo (2017).

Nota-se que o Procedimento padrão de inspeção está representado por uma figura que objetiva disponibilizar apenas as informações imprescindíveis para entendimento da situação. As demais informações foram preservadas para garantir a confidencialidade da empresa.

A partir da organização interna, o Setor revisou o procedimento padrão de inspeção de acordo com os critérios do cliente e treinou todos os inspetores nesses parâmetros, bem como no fluxo de identificar os defeitos e suas correções, sem buscar novas possibilidades quanto a descoberta dos mesmos por outros inspetores de qualidade ou somente na inspeção do cliente.

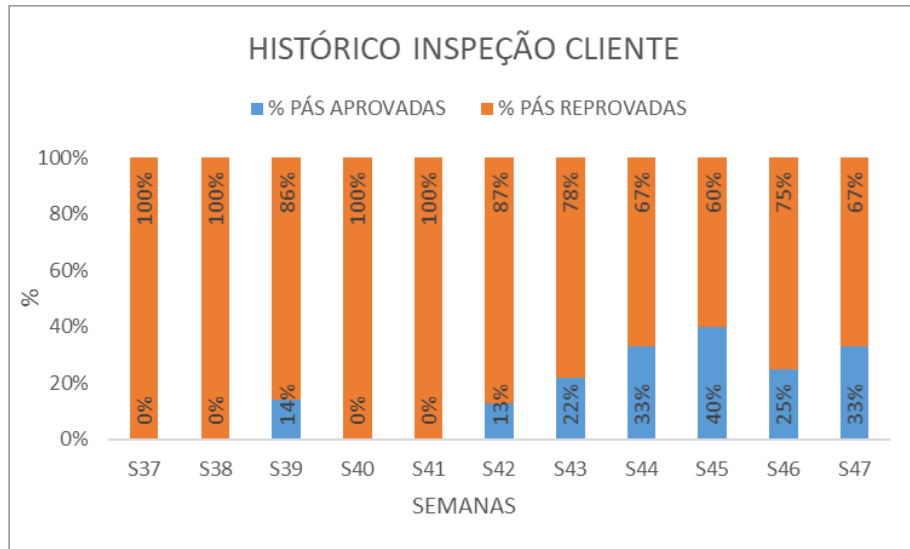
Mais uma ação de contenção realizada baseou-se em uma barreira de inspeção adicional. Os inspetores de qualidade estavam inspecionando a pá em dois instantes, antes e durante a inspeção realizada pelo setor.

No primeiro momento, a inspeção ocorria juntamente ao Supervisor de Produção para discutir de forma crítica os defeitos encontrados, com o objetivo de chamar a atenção dos operadores para os tipos de defeitos característicos do processo sob as condições atuais. Isso fez com que a Produção entregasse a pá para Qualidade com uma quantidade menor de defeitos, pois muitos já haviam sido corrigidos mediante orientação dos inspetores.

No segundo momento, a inspeção acontecia de forma comum, como ocorre desde o início do projeto de fabricação de pás para o Cliente X, os inspetores de Qualidade liberam a pá para inspeção do cliente após finalização de todas as atividades do processo de pré-pintura e correções.

Percebe-se, com os Gráficos 10, 11 e 12 a seguir, referentes aos indicadores do cliente, que os resultados favoráveis se manifestavam, porém, essa não era uma forma sustentável e duradoura de resolver o problema.

Gráfico 10 – Histórico de aprovação de pás – Inspeção do Cliente S47



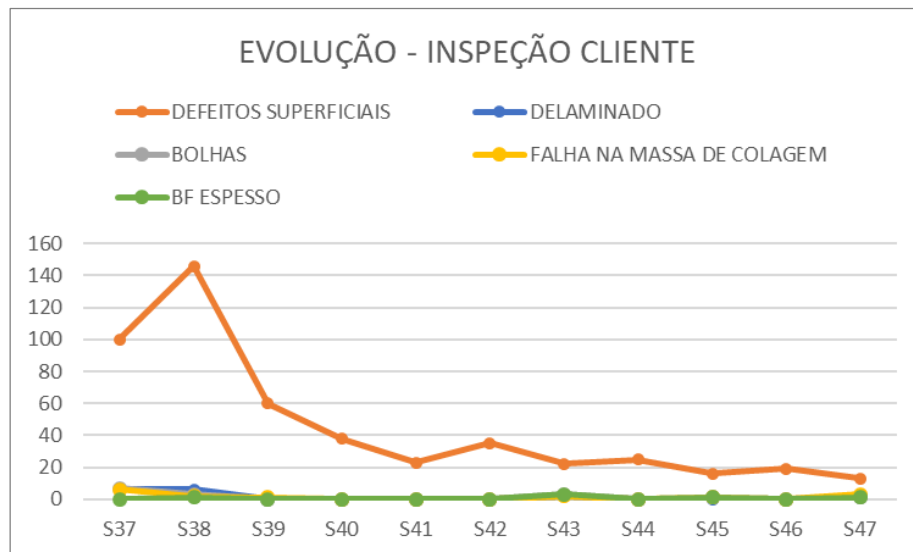
Fonte: Autor.

Gráfico 11 – Média de defeitos por pá por semana – Inspeção do Cliente S47



Fonte: Autor.

Gráfico 12 – Evolução dos tipos de defeitos por semana – Inspeção do Cliente S47



Fonte: Autor.

Os Gráficos 10, 11 e 12 dos indicadores do Cliente evidenciam valores positivos a partir da reação do Setor de Qualidade. Nas semanas 39 e 42, houveram pás, uma em cada semana, aprovadas pela primeira inspeção do cliente. Nas semanas 43 a 47, a quantidade média de defeitos estabiliza em torno de 2,4 por pá, e mais produtos foram aprovados de primeira pelo cliente nesse período. Nota-se também que os defeitos superficiais sofreram redução de 91,1% na Semana 47 em relação ao ápice da quantidade de defeitos na Semana 38.

É certo afirmar que o aumento de inspeções não garante a qualidade do produto. As ações imediatas trouxeram resultados positivos e uma falsa resolução do problema, pois o modo de como o problema estava sendo contido não era fundamentado. Outra observação é que os resultados positivos estavam sendo notados apenas por uma parte do processo (inspeção do cliente), o questionamento que se faz necessário é se é válido qualquer ação para não gerar impacto negativo ao cliente, mesmo se tal atitude provoca consequências negativas, como o aumento nos gastos da empresa.

Nesse período, o Setor de Qualidade compreendeu que poderia atingir resultados positivos concretos, e elaborou um plano para tal feito. Observando que a resolução do problema estava acontecendo de forma intuitiva e solta, o próximo passo foi o de disseminar os padrões de medição, de identificação e do método de inspeção, tanto interna como externamente, procurando trabalhar de forma metodológica com um planejamento definido a fim de trazer resultados permanentes, e a possibilidade de reaplicação da metodologia para os processos referentes aos demais clientes da empresa.

A começar pelo plano das ações tratativas às causas fundamentais do excesso de poros, defeito de maior interferência nos indicadores de qualidade. A ferramenta utilizada foi o 5W2H (adaptado para 5W1H), uma adaptação do plano de ação real, onde as principais causas foram listadas, e suas ações de bloqueio, explicações, locais e motivos foram exemplificadas no Quadro 2. “Quem” e “quando” foram mantidos fiéis ao plano, com a exceção de um detalhe – as pessoas responsáveis tiveram seus nomes preservados, sendo exibidas, nesse caso, suas funções na empresa.

Quadro 2 – Plano de Ação através da ferramenta 5W2H

| Causa   | O Quê   | Como   | Quem                    | Onde    | Data de início | Data final | Por quê   | Status | Obs   |
|---|---|--|-------------------------|---------|----------------|------------|-----------|--------|-------|
| Tipo de lixa utilizada para lixamento do Pore Filler        | Garantir o uso correto da lixa 220 conforme descrito no POP                                   | Delimitando no kit a quantidade de lixas por processo  | Engenheiro de Processo  | Local 1 | 20/11/2017     | 18/01/2018 | Motivo 1  | ✓      | Obs 1 |
| Tipo de lixa utilizada para lixamento do Pore Filler        | Garantir o uso correto da lixa 220 conforme descrito no POP                                   | Explicar à equipe sobre o uso das lixas conforme quadro de gestão a vista  | Coordenador de Produção | Local 1 | 20/11/2017     | 15/12/2017 | Motivo 2  | ✓      |       |
| Tipo de lixa utilizada para lixamento do Pore Filler        | Garantir o uso correto da lixa 220 conforme descrito no POP                                   | Acompanhar a equipe na utilização do recurso durante o processo  | Supervisor de Produção  | Local 1 | 20/11/2017     | 08/12/2017 | Motivo 3  | ✓      |       |
| Falta de visibilidade dos poros                             | Disponibilizar lanternas para pré-inspeção dos líderes nos bordos                             | Orientar sobre a verificação, através da lanterna, antes da intervenção da Qualidade   | Coordenador de Produção | Local 2 | 20/11/2017     | 08/12/2017 | Motivo 4  | ✓      |       |
| Falta de visibilidade dos poros                             | Fazer inspeção de bordos buscando poros   | Após aplicação de Porefiller, supervisor inspeciona os bordos antes do lixamento   | Supervisor de Produção  | Local 2 | 23/11/2017     | 20/12/2017 | Motivo 5  | ✓      |       |
| Falta de habilidade do operador no lixamento de Pore Filler | Orientando equipe ao lixamento adequado   | Acompanhando in loco que deve ser lixada fina camada de Porefiller.  | Supervisor de Produção  | Local 3 | 23/11/2017     | 15/12/2017 | Motivo 6  | ✓      |       |
| Lixadeira inadequada utilizada no processo                  | Garantir maior desempenho das lixadeiras roto orbitais  | Comprando máquinas elétricas para substituir as pneumáticas  | Analista de Produção    | Local 4 | 20/11/2017     | 18/01/2018 | Motivo 7  | ✓      | Obs 2 |
| Falta de habilidade do operador na aplicação de Pore Filler | Orientar a equipe sobre boas práticas de aplicação de pore filler                             | Instruindo a equipe a aplicar finas camadas de pore filler para cobrir as porosidades dos bordos através de movimentos "vai e volta" | Supervisor de Produção  | Local 3 | 27/12/2017     | 12/01/2017 | Motivo 8  | ✓      |       |
| Modo inadequado de preparo da mistura de Putty              | Eliminar o uso de massa muito próximo do limite do "pot life"                                 | Identificando os recipientes com a data de retirada do produto da lata   | Engenheiro de Produção  | Local 5 | 27/12/2017     | 12/01/2017 | Motivo 9  | ✓      |       |
| Modo inadequado de preparo da mistura de Putty              | Analisar processo de batida de massa para evitar bolhas                                       | Acompanhar execução do procedimento e gerar ação para evitar bolhas  | Engenheiro de Produção  | Local 5 | 02/12/2017     | 30/01/2017 | Motivo 10 | ✓      | Obs 3 |
| Excesso de pó na região de aplicação das massas             | Garantir superfície da pá limpa antes da aplicação de Porefiller                              | Disponibilizar recursos para limpeza, como pano pega pó e mangueira de ar comprimido   | Coordenador de Produção | Local 6 | 02/12/2017     | 30/11/2017 | Motivo 11 | ✓      | Obs 4 |
| Falta de conhecimento dos critérios de tolerância           | Treinar os supervisores de produção no critério de tolerância em Poros do Cliente e Qualidade | Evidenciar documento para produção com definição de tolerância de poros. Zero poros na preparação dos bordos das pás                 | Engenheiro de Qualidade | Local 7 | 27/12/2017     | 12/01/2017 | Motivo 12 | ✓      |       |

Fonte: Adaptado de Empresa em Estudo (2017).

Paralelamente ao plano de ações de atuação no efeito indesejado da alta quantidade de poros, foi definido o plano do projeto de estruturação para resolução efetiva do problema.

As informações necessárias para elaboração do plano que impactam no processo de pré-pintura em estudo podem ser representadas no Anexo A e eram compostas por:

- a) Termo de abertura do projeto;

- b) Classificação do projeto (em termos de risco à segurança, desvios de qualidade, sucata, custo por pá, necessidade de investimento, garantia, tempo de execução, rastreamento rápido e projeto estratégico);
- c) Estrutura analítica do projeto;
- d) Cronograma;
- e) Marcos das etapas necessárias;
- f) Gerenciamento dos possíveis riscos;
- g) Histórico de alterações durante o projeto;
- h) Fechamento do projeto.

Nota-se que o objetivo, a definição do escopo e as premissas são questionamentos básicos que auxiliam na definição de como implantar as ações para resolução efetiva do problema, encontrados no termo de abertura do projeto.

Nesse momento, o objetivo do plano do projeto foi definido para atingir um valor máximo de 40 defeitos por pá na inspeção da qualidade, visto que historicamente, a média acima de 100 defeitos era explícita em praticamente todas as semanas desde o início do acompanhamento. O escopo consistia na implementação do conceito de autocontrole, na definição das atribuições da equipe autocontrole e dos inspetores de qualidade como auditores do processo, e no treinamento voltado para cada desempenho. E as premissas se resumiam às condições de participação dos integrantes do processo de pré-pintura.

Foi definida a função do autocontrole – atuar como um primeiro filtro com a intenção de inibir a presença de defeitos em dois momentos:

- a) Quando os defeitos já estão evidentes ao final do processo. O autocontrole atua na correção após os tempos de cura das aplicações dos materiais para emassamento da pá e preparação para pintura;
- b) Quando existe a possibilidade de encontrá-los durante o processo. O autocontrole atua durante a pré-pintura, de forma que os operadores observam a execução de cada subetapa e trabalham de forma mais detalhada nas regiões de maior incidência de defeitos previstos. Eles solicitam intervenção da supervisão, dos auditores de qualidade ou auxílio da engenharia de processo em caso de reparos complexos oriundos do setor antecedente quando houver necessidade.

O segundo filtro, a inspeção da qualidade, foi estabelecido para atuar de forma diferenciada, monitorando o autocontrole e verificando os defeitos que escapam da Produção

através de IFPY. Procedem como auditores também quando notam a necessidade de treinamento da equipe autocontrole.

Estes passos estão resumidos no plano do projeto que foi dividido em 6 marcos:

- a) Termo de abertura do projeto;
- b) Estrutura analítica do projeto;
- c) Cronograma;
- d) Criação de procedimento;
- e) Treinamento da EAC;
- f) Início do IFPY.

A definição do cronograma foi essencial, pois, como uma ferramenta de planejamento, permitiu estimar o tempo necessário para cada fase do plano de projeto. Foi programado treinamento para os operadores para entender sobre os defeitos de qualidade, como reconhecê-los e corrigi-los, e estes foram devidamente capacitados nos critérios de aceitação do produto, assim como os inspetores de qualidade foram treinados para auxiliar na produção, para realizar as atividades de forma mais cuidadosa e exigente a fim de detectar defeitos durante o processo, sempre que possível.

O Anexo B evidencia o período completo, desde o início da implementação até a conclusão do projeto, que foi dividido em 4 fases, destacando-se os pontos-chaves a seguir:

- a) Gerenciamento do projeto;
- b) Definição das atividades da EAC;
- c) Definição do processo de transição;
- d) Estruturação das novas atividades da EAC.

A divulgação do plano às equipes autocontrole e suporte do projeto de implementação ocorreu a título de abertura do plano, através de orientações claras para execução de todas as ações pertinentes ao atingimento do objetivo. Os pontos-chaves serão descritos na etapa seguinte, evidenciando como sucederam-se as fases.

#### **3.6.4. Etapa 4 – Execução das ações**

Na semana 4, houve a reunião de divulgação do plano do projeto e nas semanas seguintes, a execução do plano pelos responsáveis através dos marcos e das ações específicas de cada fase do cronograma.



Na fase de gerenciamento do projeto, a documentação básica para apresentar o projeto de intervenção no resultado indesejado foi apresentada para a diretoria, devido a concentração de esforços das áreas de Qualidade, Produção e Engenharia para resolver o problema. Foi preciso evidenciar que o problema estava sendo resolvido de modo estruturado, com início, meio e fim determinados, com objetivos claros a serem cumpridos. A diretoria aceitou dar continuidade ao trabalho, principalmente ao compreender que o maior ganho seria motivado pelo treinamento e conhecimento aplicado dos colaboradores, e que alguns dos resultados esperados seriam as reduções de custo por meio de homem-hora, consumo de material, inspeção, entre outros.

Na fase de definição das atividades da equipe autocontrole, a divisão da operação em atividades, que poderiam ser inspecionadas, foi cumprida, de modo que os procedimentos foram padronizados e validados para cada atividade juntamente a atualização dos *checklists* de inspeção, dessa vez, revisados com as novas etapas de controle monitoradas pela EAC.

Na definição do processo de transição, o treinamento teórico e prático da equipe de autocontrole foi programado e executado, o treinamento prático ocorreu com acompanhamento dos inspetores de qualidade. O estudo das necessidades dos recursos do projeto foi revisado, e a auditoria do processo monitorado por autocontrole foi iniciada através do IFPY.

Nessa fase, houve a organização da EAC formada por operadores e inspetores de qualidade, que mudaram de cargo tornando-se especialistas de produção (de mão-de-obra indireta para mão-de-obra direta). Foi programado treinamento para os operadores para entender sobre os defeitos de qualidade, como reconhecê-los e corrigi-los, e estes foram devidamente capacitados nos critérios de aceitação do produto, assim como os inspetores de qualidade foram treinados para auxiliar na produção, para realizar as atividades de forma mais cuidadosa e exigente a fim de detectar defeitos durante o processo, sempre que possível.

Sendo assim, a mão-de-obra indireta foi reduzida, em certa parte, os melhores inspetores de qualidade faziam parte da equipe autocontrole em conjunto com os operadores mais experientes e habilidosos, porque ambos integrados, possuíam predisposição e facilidade no reconhecimento e tratamento dos defeitos do produto. O número restante de inspetores possuía o papel de participar do processo como auditores do autocontrole. Auxiliavam na identificação dos ajustes e treinamentos necessários para o sucesso do autocontrole.

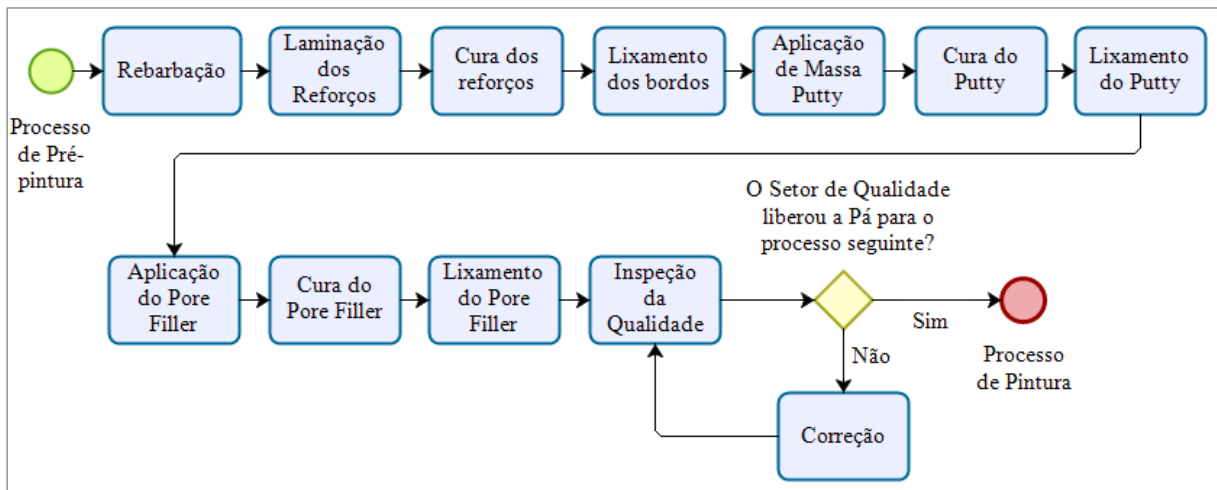
Na fase de estruturação das novas atividades, o foco foi a definição das atribuições da EAC, e, principalmente, a reestruturação das atividades do Setor de Qualidade, como plano de auditoria, formação por treinamentos especializados e desenvolvimento da equipe.

Das ações que foram estipuladas no plano do projeto, 100% foram realizadas conforme cronograma e acompanhadas a cada marco do projeto pelo indicador de *status* das ações.

### 3.6.5. Etapa 5 - Verificação

A partir da Semana 10, mediante o bom resultado verificado no período, a inspeção do Cliente X no processo de pré-pintura deixou de ser realizada, pois o processo passou a garantir a qualidade para o seu cliente interno (processo seguinte de pintura). Dessa forma, o fluxograma foi atualizado e a intervenção do cliente não se fez mais necessária no fluxo rotineiro de processo, como representado na Figura 24.

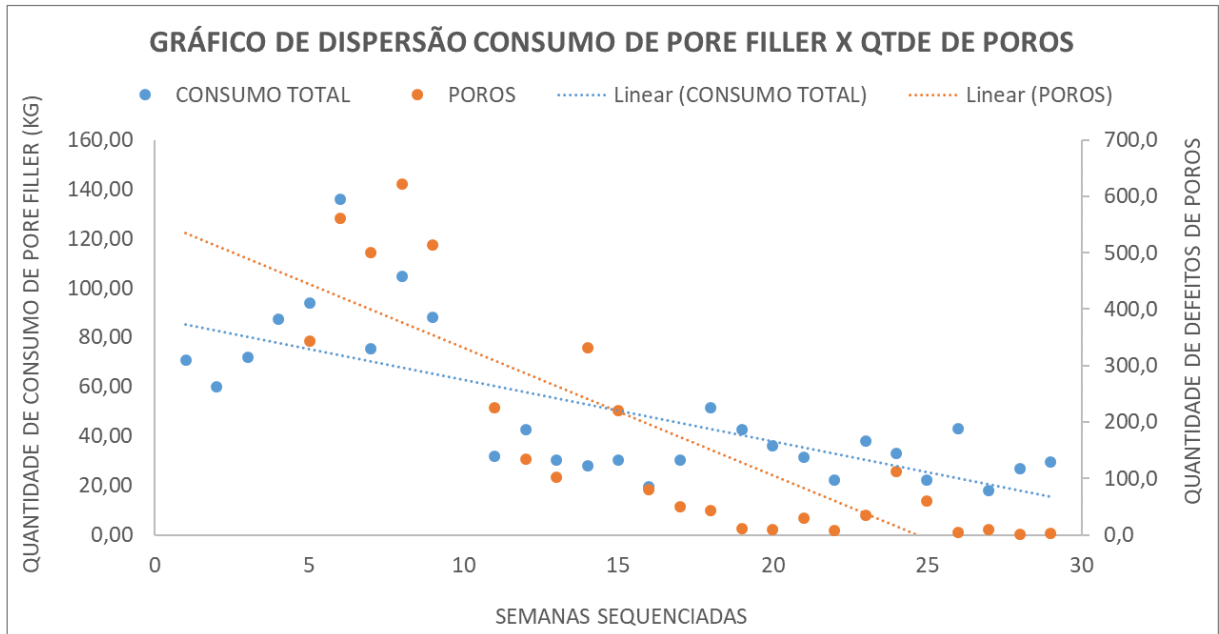
Figura 24 – Fluxograma do Processo de Pré-pintura na Semana 10



Fonte: Autor.

Houve um estudo para verificar a relação entre a quantidade consumida de material *Pore Filler* e a quantidade de defeitos de Poros, como mostra o Gráfico 13, a partir da análise pela Matriz GUT evidenciada anteriormente. Do número de causas encontradas mais relevantes do tipo do defeito, 63% eram relacionadas a utilização desse material, o que justifica a utilização da ferramenta.

Gráfico 13 – Gráfico de Dispersão da relação entre quantidade de material e defeitos



Fonte: Autor.

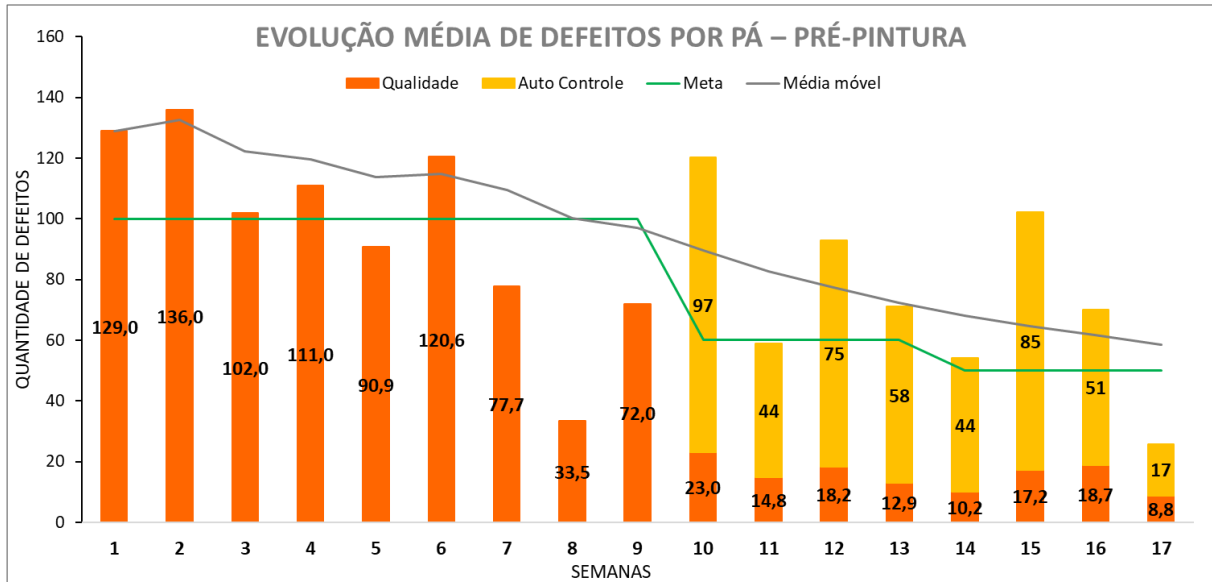
O acompanhamento ocorreu por semana em sequência, como é chamado o eixo das abscissas do Gráfico 13, a partir da Semana 48. Essa semana foi escolhida devido a confiabilidade dos dados apontados de consumo, período que se iniciou as análises evolutivas de consumo dos materiais no setor. O objetivo do cruzamento das informações era de verificar o índice de correlação entre as duas variáveis, como mencionado anteriormente. Relacionar as variáveis de consumo de material e quantidade de defeitos, ambos voltados para o aspecto de porosidade da pá, é oportuno para entender como se dá a veracidade entre a intervenção de uma variável e o impacto gerado em outra através do grau de correlação.

De acordo com o Gráfico 13, a quantidade de Poros obteve como valor máximo 622 detecções na Semana 51 para quase 105 quilos de *Pore Filler* consumidos no mesmo período (somando consumo de processo e retrabalho), valor esse de material equivalente ao segundo maior do histórico (após somente da quantidade consumida na semana 49). O índice entre as variáveis foi de 0,83 considerado grau forte de correlação, fundamentando a conexão entre as principais causas e o efeito indesejado.

Observa-se também que o Gráfico 13 apresenta tendência decrescente, visto que ocorre queda no número de defeitos detectados, e a diminuição da quantidade consumida de *Pore Filler* acompanha a tendência da primeira variável, o que fomenta ainda mais a correlação entre as variáveis.

O indicador de qualidade foi verificado pós implementação das ações efetivas realizadas pela EAC, como mostra a variação da meta e dos valores médios de defeitos por pá ao longo do trabalho que foi desenvolvido, observado no Gráfico 14.

Gráfico 14 – Evolução da quantidade média de defeitos por pá – Inspeção Qualidade e AC



Fonte: Autor.

Nota-se no indicador que a meta de 40 defeitos por pá por semana (valor meta definido para Semana 18) está sendo atingida desde a semana 10, pois é considerado para o indicador apenas a quantidade de defeitos que a inspeção da qualidade identifica. A meta sofreu redução devido aos critérios do cliente, a alteração que foi realizada em cada semana específica do gráfico era um valor conhecido e se buscava concentrar esforços para atingi-lo em cada atualização. No início do ano, a meta era de 100 defeitos, a partir da Semana 10, a meta correspondia a 60 defeitos, após a Semana 13 seria de 50 defeitos e a partir da Semana 18 a meta seria de 40 defeitos, como definido no objetivo do plano do projeto autocontrole.

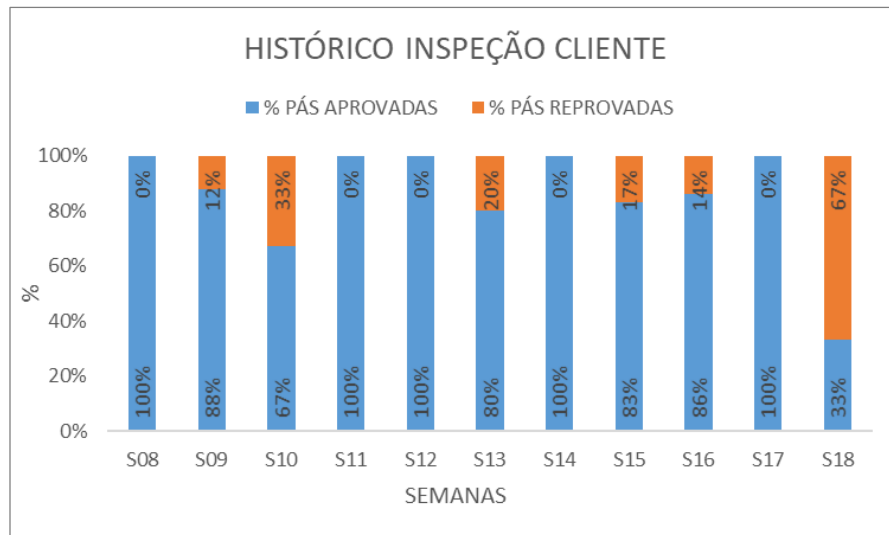
No Gráfico 14, visualiza-se também que as ações de bloqueio, a partir da Semana 5, impactaram positivamente na redução do índice de defeitos, o gráfico possui tendência de queda e, desde a Semana 10, a diminuição é mais intensificada, quando a EAC iniciou sua atuação identificando 81% dos defeitos no processo.

### 3.6.6. Etapa 6 – Padronização e Conclusão

O cronograma foi concluído com sucesso até a Semana 16 conforme planejado. A evolução dos resultados esteve condizente com o término de cada fase do cronograma, e a última etapa contemplou a consolidação dos resultados.

O Cliente X faz somente a inspeção final (FPY) após o processo de pintura. O relatório do Cliente foi emitido e divulgado após o resultado da Semana 17, evidenciando a inspeção após o último processo de acabamento da pá, não mais após o processo de pré-pintura como mencionado anteriormente, de onde se visualiza o Gráfico 15, com o histórico de aprovação das pás na última inspeção de seu ciclo produtivo.

Gráfico 15 – Histórico de Aprovação de Pás – Semana 17 – Inspeção Final



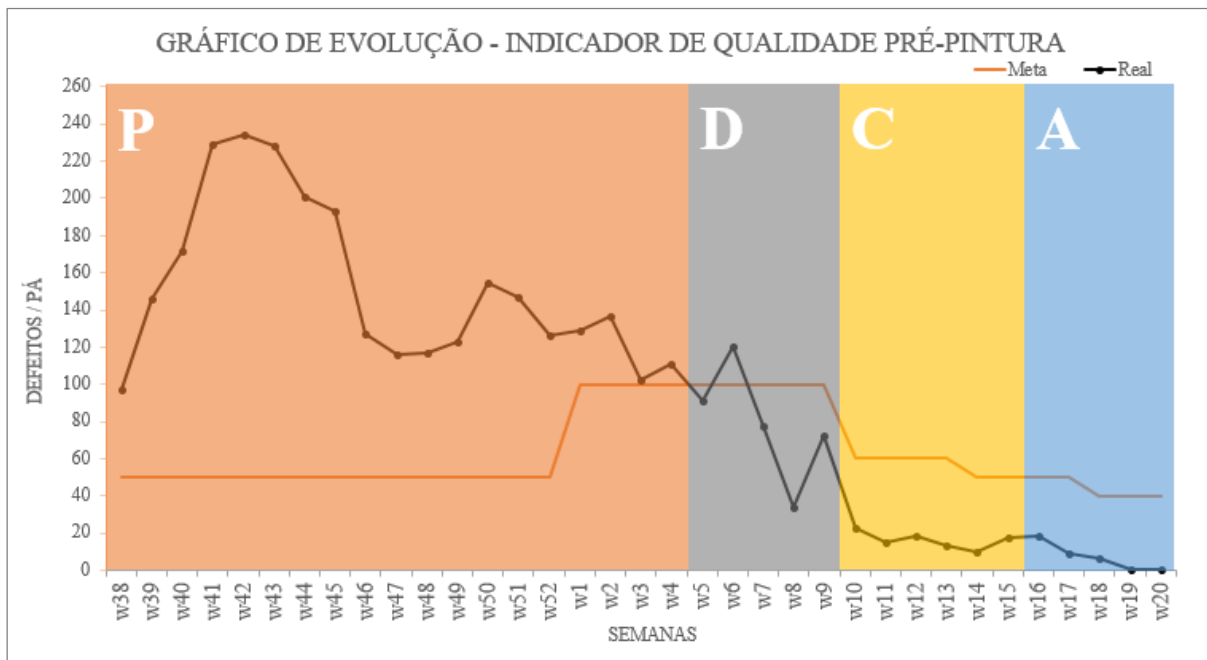
Fonte: Autor.

Observa-se que todas as pás foram aprovadas na Semana 17 na primeira passagem pelo cliente (100% de aprovação) que não encontrou nenhum defeito na respectiva semana, ou seja, todos os defeitos foram identificados e corrigidos antes do produto estar disponível para inspeção do cliente. A média do histórico de 10 semanas foi de apenas 0,2 defeitos por pá. Não há evidências de defeitos destacadas devido à ausência dos mesmos. A Produção pela EAC detectou e tratou os defeitos em sua maior quantidade, e os inspetores de qualidade fizeram o *recheck* dos ajustes que foram necessários.

O reporte do Cliente X era explícito semanalmente, porém, necessidade de reunião não existia. A padronização do processo devidamente alinhado entre critérios, especificações, participantes e responsáveis foi imprescindível para o êxito do que se planejou. Para checagem dos padrões, existiam as auditorias que só interviam em caso primordial.

Um resultado conclusivo foi a relação entre as etapas do método PDCA e o período total das semanas que representaram a linha do tempo de resolução do problema de alto número de defeitos das pás no processo de pré-pintura (Semana 38 à Semana 20), como realçado no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Gráfico de evolução da relação entre PDCA e Indicador de qualidade



Fonte: Autor.

A etapa de planejamento consistiu em identificar, observar e analisar o problema, traçar ações de contenção e elaborar um plano de ações definitivo no período da Semana 38 de 2017 à Semana 4 de 2018. A etapa de execução das ações iniciou em seguida, com a reunião de apresentação do plano do projeto a partir da Semana 5 para os interessados e participantes. E a contar da Semana 10, os resultados positivos foram verificados e constatados.

A meta estipulada no plano do projeto autocontrole consistia em uma média de 40 defeitos por pá a partir da semana 18. O Gráfico 16 mostra que as expectativas foram superadas, ao evidenciar um histórico de valores abaixo de 20 defeitos por pá desde a Semana 11, totalizando 10 semanas seguidas com esse resultado acima do esperado. É destacado também a redução da quantidade média de defeitos por pá no início do estudo e no final do estudo, do ápice de 234,4 defeitos por pá na Semana 42, para 0,5 defeitos por pá na Semana 19, indicando redução de 99% no indicador de qualidade.

### 3.7. Considerações Finais

Nesse estudo de caso, os dados do cliente iniciaram a busca pela solução do problema, o indicador mostrou a quantidade de defeitos encontrada na inspeção FPY de aprovação das pás no processo de pré-pintura, com a média de 16 defeitos por pá, levando-se em consideração o histórico presente.

O Setor de Qualidade, até então único responsável pela qualidade das peças fabricadas, assim, compreendeu que esse problema crônico precisava ser tratado de forma estruturada, diferentemente de tratativas comuns que não eram obrigatórias a utilização de um método para a solução dos problemas. O setor determinou estratégias de acompanhamento e ações imediatas para inibir o crescimento do indicador que se caracterizava por quanto maior o valor, pior o resultado.

Após organização interna das inspeções, a tendência de crescimento do indicador de qualidade, no mesmo período da Etapa 2 do estudo, explica um resultado negativo não necessariamente pior que nas semanas anteriores. O que as diferenciou das demais semanas foi o rigor do Setor de Qualidade que não estava deixando passar adiante nenhum tipo de defeito. Prova disso é a redução do nível do indicador do cliente nessa mesma temporada.

Foram realizadas ações imediatas, como a de padronizar os procedimentos internos de inspeção e de alinhar os critérios de identificação de defeitos junto ao cliente. A padronização ocorreu de forma mais distribuída no estudo de caso, sem exclusividade a uma etapa específica, visto que se fez necessário estabelecer diretrizes confiáveis para servir como base da estruturação do plano.

Porém, o resultado gerado pelas ações de contenção não era sustentável. As ações imediatas foram tomadas para reduzir o índice do cliente de forma intuitiva e gerando um grande número de intervenções na produção, além de que a qualidade não estava sendo promovida desde o início do processo. Por isso, fez-se necessário tomar medidas constituídas em um método de solução de problemas, onde se buscavam resultados permanentes para atender aos requisitos do Cliente X, assim como alimentar boas práticas de gestão da qualidade para reaplicar aos demais clientes.

As ferramentas de gestão da qualidade foram imprescindíveis para o entendimento do estudo, devido a investigação das principais causas, a verificação da relação das mesmas com o efeito indesejado de excesso de poros, e a criação de plano de ação que procurava reduzir o motivo principal da alta quantidade de defeitos paralelamente a forma como esse resultado era detectado e tratado.

Em relação ao plano de ações efetivas, a estruturação seguiu como um plano de projeto, com ferramentas de planejamento, como o cronograma, para estipular e acompanhar o andamento da proposta de solução. Cumprindo-se os prazos e as definições, o maior ganho foi a alocação devida da responsabilidade pela qualidade do produto, que passava a ser da operação (EAC), sem necessidade de contratar mais inspetores para melhorar a qualidade das pás.

Ao longo do estudo, é claro observar a estrutura analítica da aplicação do método para a solução do problema da alta quantidade de defeitos em um processo. É notório, principalmente por meio do Gráfico 16, o impacto positivo da aplicação do MASP na redução do nível de defeitos. A qualidade do produto saiu de um patamar de nenhuma aprovação de primeira passagem pelo cliente, durante semanas consecutivas, para um nível onde existe confiança do cliente à empresa em não precisar mais intervir no processo, gerando ganhos de redução de ciclo, de redução de consumo de material, de qualidade de fabricação e de fortalecimento do trabalho em equipe.

Pode-se levantar o questionamento sobre o longo período do estudo, principalmente na fase de planejamento ao analisá-lo sob perspectiva do PDCA. É importante frisar que este foi o primeiro trabalho estruturado conduzido por um setor de suporte ao setor de produção, visto que anteriormente ao início do estudo, haviam indicadores mais básicos, como o de entrega de pás de acordo com a demanda requerida pelo cliente, cuja meta não era atingida.

Foi necessário reestruturar o setor antes de receber um projeto, como o descrito neste presente trabalho, envolvendo os colaboradores na cultura de que não é necessário abandonar as demais vertentes de gestão em prol do atingimento das metas de produção. A partir da mudança cultural, a produção não precisava parar para que os gestores do chão de fábrica alcançassem os demais indicadores de gerenciamento, tão importantes quanto a diretriz essencial de produzir pá. Isso justifica o motivo pelo qual as ações imediatas em paralelo ao plano das ações efetivas foram extremamente relevantes na etapa de planejamento.

A contar do término do plano, os dados foram padronizados e consolidados. Concluiu-se que o MASP, aplicado em suas etapas, mostrou eficácia para redução do alto índice de defeitos no processo de pré-pintura das pás do Cliente X devido a estruturação de como foi conduzida a aplicação do método de análise e solução de problemas.

A partir do sucesso da resolução do problema, os ganhos com a aplicação do MASP foram significativos, com a possibilidade de disseminação na empresa do novo conceito de qualidade e dos padrões revistos. As ferramentas utilizadas durante o trabalho foram incorporadas no setor de produção, para que na visualização de qualquer anomalia, a EAC consiga agir, identificando a origem do problema encontrado e analisando o que pode ser feito para inibir os resultados indesejados.



#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo, busca-se enfatizar a importância do presente trabalho como contribuição acadêmica e empresarial, destacar os principais resultados obtidos com o estudo e sugerir novas abordagens relacionadas às condições tratadas anteriormente.

O impacto que esse trabalho pode gerar para o meio acadêmico é a exposição da conexão entre conceitos teóricos e aplicação prática, onde, através do estudo de um caso real, é perceptível a relação entre os indicadores de uma empresa pertencente ao mercado de energia eólica e a metodologia fundamental para melhoria de processos (PDCA) detalhado em etapas do MASP, conhecimento aplicável que todo profissional de engenharia industrial deve obter.

Agora, o maior impacto de um trabalho como este sobre o meio corporativo é o registro e a disseminação possibilitados através de um estudo em formato de trabalho científico, facilitando a pesquisa e o compartilhamento das lições aprendidas entre empresas e projetos de pesquisa. É extremamente relevante o ganho de tempo que uma empresa pode ter ao procurar resolver um problema que outra empresa, com as condições parecidas, já teve. Portanto, um caso de sucesso de uma empresa pode ajudar outras a solucionar seus problemas.

Os principais resultados presentes neste trabalho são os que respondem aos objetivos definidos no início do estudo. O objetivo geral consistiu em “analisar o impacto da aplicação do MASP na redução do nível de defeitos do processo de pré-pintura, considerando os requisitos da qualidade do cliente em uma indústria de pás eólicas”. Para tal, traçaram-se objetivos específicos que, em conjunto, levam à conquista do objetivo geral do trabalho:

- a) Descrever o contexto em que o estudo foi realizado, sob a ótica dos requisitos de qualidade exigidos – Observa-se o atingimento deste objetivo na caracterização do mercado, da empresa, do produto e do processo, onde procura-se deixar o leitor situado sobre as condições que envolvem o panorama desse trabalho e ciente das quais o estudo se encontra em sua aplicação;
- b) Aplicar o MASP relacionando as etapas da metodologia com as etapas do estudo de caso para redução do nível de defeitos no processo de pré-pintura – Esse objetivo é o detentor da maior concentração intelectual do presente estudo, onde a aplicação do método para análise e solução de problemas é realizado seguindo todas as suas etapas, gerando resultados e permitindo continuação da tratativa sob ótica da metodologia ao longo delas, para finalmente concluir que a aplicação foi efetiva para reduzir a quantidade de defeitos das pás no processo delimitado, ou seja, tornou-se possível o alcance desse objetivo;

c) Descrever o impacto da aplicação do método nos indicadores de qualidade do processo em estudo – O impacto do desenvolvimento do estudo ao longo do tempo nos indicadores de qualidade (internos e do cliente) é destacado em todas as possíveis representações, à medida que surgem dados mais confiáveis, mais indicadores são expostos para deixar a discussão de resultados mais valiosa. Com ênfase no indicador geral de média de defeitos por pá, observa-se que o índice de defeitos reduziu de 234 defeitos por pá para 0,5 defeitos por pá, o equivalente a 99% do início ao final do estudo.

Das sugestões para trabalhos futuros, no exemplo da empresa do trabalho, sugere-se investigar o custo da não qualidade que a atividade de aplicação de *Pore Filler* pode ocasionar em produtos defeituosos devido a porosidade da pá, levando em consideração os cálculos dos gastos de material consumido em retrabalho na sua utilização em atividades pertinentes, gastos de homem-hora para realizar tal retrabalho e tempo dispendido para execução das etapas fora do padrão do processo necessárias para correções no produto.

Outra sugestão, é dada por recomendar a aplicação do MASP e suas etapas para a resolução de problemas de alta quantidade de defeitos para os demais clientes da empresa, percorrendo os mesmos passos descritos neste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA (Associação Brasileira de Energia Eólica). **Boletim Anual de Geração Eólica 2017**. 6. ed. São Paulo: Nova Visão, 2017. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>> Acesso em: 27 maio 2018.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO9001:2015 Sistema de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.
- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima. Minas Gerais: INDG, 2006.
- ALBERTIN, M. R; PONTES, H. L. J. **Gestão de Processos e Técnicas de Produção Enxuta**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2016.
- ALBUQUERQUE, D. L. L. **Análise da Aplicação do MASP para Eliminação dos Defeitos de Balanceamento em Componentes para Aerogeradores**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Fontes de Energia Elétrica no Brasil: Infográfico Energia de Vento em Popa**. Brasília: 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/15142444/E%C3%B3licas/17da6e32-b389-00bf-2d81-432b10cb9f6a?version=1.1>> Acesso em: 27 maio 2018.
- BARROS, E; BONAFINI, F. **Ferramentas da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- BAZERMAN, M. H. **Processo decisório: para cursos de administração e economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- CAETANO, G. **Custos da Qualidade**. São Paulo, 2001. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/view/890/1072>> Acesso em: 17 maio 2018.
- CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da qualidade total**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.
- CARPINETTI, L. C. R.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da Qualidade ISO 9001:2015**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- DAMAZIO, A. **Administrando com a Gestão Pela Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Tradução: Rosalia Angelita Neumann Garcia. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

- FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control**. 3. ed. Pittsfield: McGraw-Hill Internationals Editions, 1991.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2. ed. 1992.
- FARIA, C. Controladores Energia Eólica. **Portal Infoescola**, São Paulo [2016]. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/tecnologia/controladores-energia-eolica/>> Acesso em: 27 maio 2018.
- JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto**. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.
- JURAN, J. M. **Planejando para a qualidade**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1990.
- JURAN, J. M; DE FEO, J. A. **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- JURAN, J. M; DE FEO, J. A. **Juran's Quality Handbook**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- MARSHALL JUNIOR, I. *et al.* **Gestão da Qualidade**. 9. ed. Série Gestão Empresarial. Rio de Janeiro: FGV, 2008.
- MATOS, F. F. **Planejamento e Gestão da Qualidade**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/planejamento-e-gestao-da-qualidade/26759/>> Acesso em: 17 maio 2018.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- MELLO, C. H. P. **Gestão da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PALADINI, E. P. et al. **Gestão da Qualidade Teorias e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- PONTES, T. F. **Modelo de desenvolvimento e implementação da filosofia dos 5Ss em uma indústria de pás para aerogeradores**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade de Fortaleza. Fortaleza, 2016.
- QUEIROZ, J. V.; HÉKIS, H. R.; NASCIMENTO, H. M.; NELSON, R. B.; ALMEIDA, V. D. Franchising e especialização de serviços como estratégia de crescimento e manutenção: uma análise através da Matriz SWOT e GUT na DDEX – Direct to Door Express. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Ano 7, nº 1, jan-mar/2012, p. 49-64.

MELHORES do Ano: As Melhores Empresas em Bens de Capital. Melhores e Maiores 2017. **Revista Exame**. São Paulo, Edição Especial Anual, ano 44, Editora Abril, p. 302, ago. 2017.

RIBEIRO, P. D. M. **Implantação Das Compras Estratégicas Através Da Matriz De Posicionamento Estratégico De Materiais Em Uma Empresa Do Ramo Eletromecânico No Estado Do Ceará: Um Estudo De Caso**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

RODRIGUES, B. L. **Análise da Aplicação do MASP para Redução dos Níveis de Consumo de Matéria-Prima em uma Indústria Fabricante de Pás para Aerogeradores**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ROUBLES JÚNIOR, A. **Custos da qualidade: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SANTOS, M. C.; GONÇALVES, A. T. P. Aplicação da metodologia de análise e solução de problemas – MASP na logística de uma grande rede varejista. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Bauru, Ano 11, nº 4, out-dez/2016, p. 21-44.

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

SILVA, E. L.; MENEZES E. M. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração de Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

UNIVERSIDADE DO MINHO. Departamento de Engenharia Mecânica. **Princípios e Conceitos Aerodinâmicos de uma Pá**. Braga, 2017. Disponível em: <<https://microeolica.weebly.com/termos-especiaticuteficos.html>> Acesso em: 27 maio 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Biblioteca Universitária. Seção Normalização de Trabalhos Acadêmicos. **Guia de Normalização de Trabalhos Acadêmicos**. Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://www.biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2015/08/guia-normalizacao-trabalhos-ufc-2013.pdf>> Acesso em: 27 maio 2018.

## ANEXO A – PLANO DO PROJETO DE AUTOCONTROLE

| PLANO DO PROJETO DE AUTOCONTROLE  |  |  |                         |                             |                             |
|---|--|--|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Termo de Abertura do Projeto (TAP)  |  |  |                         |                             |                             |
| Título do projeto:  |  | AUTOCONTROLE PRODUÇÃO ACABAMENTO CLIENTE X |                         |                             |                             |
| ID do projeto no EGP:   |  |  | Data da última revisão: |                             | 18/12/2017                  |
| <b>Objetivos</b>  |  |  |                         |                             |                             |
| <i>(Resultados que serão alcançados. Quantificar as evidências do sucesso do projeto e definir abrangência.)</i>  |  |  |                         |                             |                             |
| De maneira concisa, qual o objetivo deste projeto? O que será feito?  |  |  |                         |                             |                             |
| Definir, aplicar e validar o programa de autocontrole no Processo de Pré-pintura de pás eólicas.  |  |  |                         |                             |                             |
| Para quais plantas, áreas, processos e modelos de pá?   |  |  |                         |                             |                             |
| Processo de Pré-pintura, Cliente X  |  |  |                         |                             |                             |
| Quais serão os indicadores do sucesso deste projeto?  |  |  |                         |                             |                             |
|   |  | ANTES                                      |                         | DEPOIS                      |                             |
| Indicador   | Tipo de impacto<br><small>(escolha uma opção)</small>  | Valor do indicador                         | Período de referência   | Valor do indicador esperado | Período/Lote de comprovação |
| Média de Defeitos por Pá - Preparação   | Defeito ou desvio de qualidade   | 146  | Semana 51               | 40                          | Semana 18                   |
| <b>Definição do Escopo</b>  |  |  |                         |                             |                             |
| <i>(Trabalho a ser executado para que os objetivos sejam atingidos. ATENÇÃO: Neste campo você deve descrever o escopo do projeto, não o escopo do produto.)</i>   |  |  |                         |                             |                             |
| De forma macro, faz parte do escopo deste projeto:  |  |  |                         |                             |                             |
| 1   | Processo de implementação do conceito de autocontrole  |  |                         |                             |                             |
| 2   | Operário com conhecimento para fazer inspeção e acompanhamento no acabamento, em especial no processo de pré-pintura       |  |                         |                             |                             |
| 3   | Inspetores de Qualidade passam a ser auditores   |  |                         |                             |                             |
| 4   | Plano de auditoria de processo definido (processos e registros - CL e RNC)   |  |                         |                             |                             |
| 5   | Plano de treinamento do time de operadores e inspetores-auditores  |  |                         |                             |                             |
| 6   | Definição clara de papéis e responsabilidades do autocontrole  |  |                         |                             |                             |
| 7   | Produção entrega as peças (pré-pintura) inspecionadas e reparadas com check list de inspeção (RNC Continua com CQ)         |  |                         |                             |                             |
| <b>Premissas</b>  |  |  |                         |                             |                             |
| <i>(Incertezas do líder do projeto que estão sendo assumidas como verdade. As premissas devem ser protegidas através do plano de resposta a riscos. Uma premissa quebrada autoriza uma renegociação de objetivos e escopo com o patrocinador e clientes.)</i> |  |  |                         |                             |                             |
| Para que seja possível executar o projeto, assume-se que as seguintes premissas serão atendidas:  |  |  |                         |                             |                             |
| 1   | A produção será responsável por realizar a inspeção das pás, posteriormente, sendo auditadas pelos auditores da qualidade. |  |                         |                             |                             |
| 2   | Os "defect escapings " serão monitorados através de IFPY - Internal First Pass Yield                                       |  |                         |                             |                             |
| 3   | Está previsto o cronograma de auditoria do processo de autocontrole.   |  |                         |                             |                             |

Fonte: Empresa em Estudo (2017).

## ANEXO B – CRONOGRAMA ELABORADO

| Cronograma |      |  |           |                  |               |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|------------|------|--|-----------|------------------|---------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Revisão    |      | 18/12/2017   | Baseline: | LEGENDA:         |               |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| ID         | Fase | Atividade  | Marc.     | Início planejado | Fim planejado | % de conclusão | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |  |
| 1          | 1    | <b>Gerenciamento do projeto</b>  |           | 02               | 16            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 2          | 1.1  | TAP  | M1        | 02               | 03            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 3          | 1.2  | EAP  | M2        | 03               | 05            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 4          | 1.3  | Cronograma   | M3        | 02               | 04            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 5          | 2    | <b>Definição das atividades da Equipe Autocontrole (EAC)</b>                 |           | 03               | 08            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 6          | 2.1  | Seleção/Identificação da EAC Preparação - Pintura                            |           | 04               | 06            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 7          | 2.2  | Divisão da operação em atividades de inspeção                                |           | 03               | 05            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 8          | 2.3  | Criação de procedimentos para cada atividade definida                        | M4        | 05               | 08            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 9          | 2.4  | Validação dos modelos de procedimentos                                       |           | 06               | 08            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 10         | 2.5  | Revisão dos checklists   | RT1       | 03               | 08            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 11         | 2.6  | Revisão da descrição de cargos da EAC  |           | 03               | 04            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 12         | 2.7  | Alinhamento com RH sobre a nova função de operador-inspetor                  |           | 03               | 04            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 13         | 3    | <b>Definição do processo de transição</b>                                    |           | 04               | 14            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 14         | 3.1  | Desenvolvimento do plano de treinamento teórico Inspeção                     |           | 04               | 06            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 15         | 3.2  | Desenvolvimento do plano de treinamento prático                              |           | 06               | 08            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 16         | 3.3  | Desenvolvimento do plano de acompanhamento                                   |           | 08               | 10            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 17         | 3.4  | Treinamento do time de operadores-inspetores                                 | M5        | 08               | 12            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 18         | 3.5  | Análise da necessidade de recursos   |           | 08               | 09            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 19         | 3.6  | Executar auditoria de processo (checklists e RNC's)                          |           | 12               | 14            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 20         | 3.7  | Iniciar medição do IFPY  | M6        | 12               | 14            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 21         | 4    | <b>Estruturação das novas atividades da EAC</b>                              |           | 10               | 16            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 22         | 4.1  | Treinamento da equipe de qualidade em técnica de auditoria                   |           | 10               | 11            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 23         | 4.2  | Desenvolvimento do plano permanente de auditoria                             |           | 11               | 12            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 24         | 4.3  | Desenvolvimento da equipe de qualidade para ministrar treinamentos           |           | 10               | 12            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 25         | 4.4  | Desenvolvimento do plano permanente de treinamento                           |           | 12               | 14            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 26         | 4.5  | Desenvolvimento da equipe de qualidade para apoiar a Engenharia da Qualidade |           | 14               | 16            |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

Fonte: Empresa em Estudo (2018).