



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

BEATRIZ LINHARES RODRIGUES

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MASP PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE
CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS
PARA AEROGERADORES**

FORTALEZA

2016

BEATRIZ LINHARES RODRIGUES

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MASP PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE CONSUMO
DE MATÉRIA PRIMA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS PARA
AEROGERADORES

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica

Orientador: Prof. Me. Alysson Andrade Amorim

FORTALEZA

2016

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)

R611a Rodrigues, Beatriz Linhares.

Análise da aplicação do masp para redução dos níveis de consumo de matéria prima em uma indústria fabricante de pás para aerogeradores / Beatriz Linhares Rodrigues. – 2016.
75 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Me. Alysson Andrade Amorim.

1. MASP. 2. Ciclo PDCA. 3. Ferramentas da qualidade. 4. Redução de desperdício. I. Título.

CDD 658.5

BEATRIZ LINHARES RODRIGUES

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MASP PARA REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE CONSUMO
DE MATÉRIA PRIMA EM UMA INDÚSTRIA FABRICANTE DE PÁS PARA
AEROGERADORES

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção Mecânica

Orientador: Prof. Me. Alysso Andrade Amorim

Aprovada em: 08 / 07 / 2016

BANCA EXAMINADORA

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

PROF. DR. ROGÉRIO TEIXEIRA MÂSIH
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

PROF. DR. JOÃO WELLIANDRE CARNEIRO ALEXANDRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)

A Deus e à Nossa Senhora.

Aos meus pais, Carlos Antônio e Terezinha

À minha irmã, Débora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar guiando meus passos para o caminho de luz e por me proporcionar a vida. E à Nossa Senhora, que me cobre e me protege com o seu manto sagrado.

Agradeço aos meus pais, Carlos Antônio e Terezinha, que me ensinaram desde cedo o caminho do bem, e me mostraram que os estudos e o trabalho vêm sempre em primeiro lugar, nunca medindo esforços para me proporcionar a melhor educação, me apoiando em todas as decisões na vida acadêmica. Dedico esta vitória a vocês.

Agradeço a minha irmã, Débora, que é meu porto seguro, minha segunda mãe, e que mesmo de longe durante toda a graduação, soube estar presente nos momentos mais importantes, dando o apoio necessário e ajudando nas minhas decisões. Ver você se esforçar para conquistar seus objetivos foi para mim um grande espelho.

Agradeço aos meus avós, Antônio, José, Maria do Livramento e Conceição, que dão todo o amor necessário para conduzir nossa família sempre forte e unida. Vocês são exemplo de vida.

Agradeço aos meus padrinhos, Gema Galganhe e Marcelo, por desempenharem com exímia excelência os seus papéis de serem segundos pais. Sou grata por toda a dedicação desde o meu nascimento.

Agradeço a todos os meus tios, tias, primos e primas, por todos os domingos e encontros de família. Vocês são inspiração para todos os dias.

Agradeço aos meus colegas da Universidade Federal do Ceará, que durante todos os esforços de trabalho de grupo, e em união, contribuíram para meu conhecimento acadêmico.

Agradeço ao meu orientador, Professor Alysson Amorim, que deu todo o apoio e feedback para que este trabalho fosse concluído com êxito e a todos os professores do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará.

Por fim, agradeço às pessoas que trabalharam comigo na empresa onde este trabalho foi realizado, pela convivência diária, por toda dedicação e aprendizado, bem como por me conceder espaço para realizar este trabalho.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José se Alencar

RESUMO

No atual cenário econômico de grande competitividade, a busca pela excelência operacional vem se tornando algo fundamental, e ter processos eficazes, que proporcionam rapidez na entrega e redução de desperdícios, além da qualidade do produto, é uma exigência primária para entrada no mercado e sua sobrevivência no mesmo. A utilização de métodos de gestão eficazes é uma das melhores medidas para atingir os objetivos estratégicos de uma empresa e colocá-la na posição desejada no mercado, dessa forma, o método MASP se mostra como um meio para atingimento dos resultados. Este trabalho objetiva analisar o impacto na redução dos níveis de consumo de matéria prima com aplicação do MASP em uma indústria de pás para aerogeradores, tendo como principais problemas solucionados a padronização do trabalho da operação e a fabricação de dispositivos para sincronização da quantidade utilizada de matéria prima. O mesmo utilizou-se da metodologia pesquisa-ação, com métodos quantitativos e qualitativos, gerando redução de 21% do consumo do material estudado ocasionado por falhas no processo.

Palavras-Chave: MASP, Ciclo PDCA, Ferramentas da Qualidade, Redução de Desperdício.

ABSTRACT

In current economic scenario of great competitiveness, the search for operational excellence has become something fundamental. Have effective processes, which provide speed in delivery and reduce waste, beyond to improve the product quality, is a primary requirement to reach the market and survive on it. The use of effective management methods is one of the best methods to achieve the strategic objectives of a company and allocate it in a desirable position on the market. Thus, the MASP method is an effective method for the achievement of this results. The aim of this work is to analyze the impact of the reduction of material consumption in a factory of blades for wind turbines through applying the MASP method. The practical result of this work was the standardization of the operational labor and the confection of a device to synchronize the amount of row material used in the process. This work was formulated using the “research-action” method, combined with quantitative and qualitative method. With this work, was found that the reduction on the failures in the process resulted in 21% less consumption in the studied materials.

Keywords: MASP, PDCA Cycle, Quality Tools, Reduced Wasted

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>(What, Why, Where, When, Who, How e How Much).</i>
ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i> (planejar, fazer, verificar, ação)
SDCA	<i>Standart, Do, Check, Action</i> (padronizar, fazer, verificar, ação)
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
FIEG	Federação das Indústrias do Estado de Goiás
MW	<i>Mega Watt</i>
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
IC	Item de controle
IV	Item de Verificação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo PDCA.....	21
Figura 2 – Relação entre o MASP e o Ciclo PDCA.....	23
Figura 3 – Passo a passo para análise de causa.....	26
Figura 4 - Relação entre o ciclo PDCA e o ciclo SDCA.....	30
Figura 5 – Exemplo de diagrama de Pareto.....	36
Figura 6 – Exemplo de fluxograma.....	37
Figura 7 – Exemplo do diagrama de causa e efeito.....	40
Figura 8 – Explicação do 5W2H.....	41
Figura 9 – Exemplo aplicado de lista de verificação.....	43
Figura 10 – Exemplo de histograma.....	44
Figura 11 – Sistema <i>input-processo-output</i>	45
Figura 12 – Componentes de uma pá eólica.....	48
Figura 13 – Processo de fabricação da pá eólica.....	50
Figura 14 – Esquema de fabricação de pás eólicas.....	51
Figura 15 – Etapas do estudo de caso.....	52
Figura 16 – Máquina misturadora de massa de colagem.....	55
Figura 17 – Folha de verificação do uso da massa de colagem.....	55
Figura 18 – Processo de colagem e fechamento da pá eólica.....	59
Figura 19 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> com as causas de excesso de massa de colagem.....	62
Figura 20 – Ranking de melhores práticas de consumo de massa de colagem.....	69
Figura 21 – Formulário para sugestão de ideias.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Símbolos básicos de um fluxograma.....	37
Quadro 2 – Etapas de aplicação do MASP.....	53
Quadro 3 – Cronograma do grupo de trabalho.....	57
Quadro 4 – Causas do excesso de consumo de massa de colagem.....	61
Quadro 5 – Aplicação do método dos “5 Porquês”.....	63
Quadro 6 – Plano de ação para acompanhamento das ações.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação entre o consumo real e o orçado de materiais diretos.....	58
Gráfico 2 - % de desvio dos materiais diretos (real X orçado)	58
Gráfico 3 – Consumo de massa de colagem por pá.....	60
Gráfico 4 – Frequência de desvio de consumo por raio.....	60
Gráfico 5 - Correlação entre a quantidade de massa aplicada e o desvio de espessura.....	63
Gráfico 6 – Consumo de massa de colagem por pá antes da aplicação do MASP.....	67
Gráfico 7 - Consumo de massa de colagem por pá após a aplicação do MASP.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Metodologia	18
1.4 Estruturação do Trabalho	19
1.5 Limitações do Trabalho.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Ciclo PDCA	20
2.2 MASP – Método de Análise e Solução de Problemas	23
2.2.1 Fase 1: Identificação do Problema	24
2.2.1 Fase 2: Observação.....	24
2.2.3 Fase 3: Análise	25
2.2.4 Fase 4: Plano de Ação	26
2.2.5 Fase 5: Execução das Ações.....	27
2.2.6 Fase 6: Verificação das Ações	27
2.2.7 Fase 7: Padronização	28
2.2.8 Fase 8: Conclusão.....	39
2.3 Ciclo SDCA	39
2.3.1 Fase 1: Padronização (S).....	30
2.3.2 Fase 2: Execução (D)	30
2.3.3 Fase 3: Verificação (C)	30
2.3.4 Fase 4: Ação Corretiva (A)	31
2.3.5 Procedimento Operacional Padrão	31
2.4 Conceitos de Qualidade e Melhoria Contínua	32
2.4.1 Conceitos de Qualidade.....	32
2.4.2 Melhoria Contínua.....	33
2.4.3 Itens de Controle e Verificação	33
2.5 Ferramentas da Qualidade	34
2.5.1 Estratificação	35
2.5.2 Diagrama de Pareto	35
2.5.3 Brainstorming.....	36
2.5.4 Fluxograma.....	37
2.5.5 Método dos “5 Porquês”	39
2.5.6 Diagrama de Causa e Efeito	39
2.5.7 5W2H	41
2.5.8 Folha de Verificação	42
2.5.9 Histograma	43
2.6 Conceitos de Desperdício e seus malefícios	44

2.6.1 Os Conceitos de Desperdício	44
2.6.2 Malefícios dos desperdícios	45
3 ESTUDO DE CASO.....	46
3.1 Caracterização da Empresa	46
3.2 Caracterização do Produto.....	48
3.3 Caracterização do Processo Produtivo.....	49
3.4 Estrutura do Estudo de Caso	51
3.4.1 Etapa 1: Coleta de dados para análise de desperdícios.....	52
3.4.2 Etapa 2: Formação do grupo interfuncional de trabalho	52
3.4.3 Etapa 3: Aplicação do MASP em todas as suas etapas	53
3.4.4 Etapa 4: Disseminação do método de melhoria na empresa	54
3.5 Etapa 1: Coleta de dados para análise de desperdícios	54
3.6 Etapa 2: Formação do grupo interfuncional de trabalho.....	56
3.7 Etapa 3: Aplicação do MASP com uso das ferramentas da qualidade	57
3.7.1 Fase 1: Identificação do Problema	57
3.7.2 Fase 2: Observação (Análise do Fenômeno).....	59
3.7.3 Fase 3: Análise da causa.....	61
3.7.4 Fase 4: Plano de Ação	64
3.7.5 Fase 5: Execução das ações.....	66
3.7.6 Fase 6: Verificação das ações.....	66
3.7.7 Fase 7: Padronização	68
3.8 Etapa 4: Disseminação do método de melhoria na empresa.....	69
3.9 Considerações Finais.....	71
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Durante as últimas décadas, observou-se uma grande e crescente industrialização e desenvolvimento econômico no Brasil. Isso possibilitou o aumento da capacidade de sua matriz energética, que é a quantidade de fontes de energia apresentadas em um país.

A matriz energética do Brasil possui fontes não renováveis, as quais se esgotam na medida que são exploradas, como carvão mineral, gás natural, urânio, além do principal, que é o petróleo e os seus derivados. Além desses, existem fontes renováveis no nosso país, as quais não se acabam quando utilizadas, com as hidrelétricas, as usinas solares e também as usinas eólicas, assim como a biomassa e o etanol.

O petróleo é o recurso energético mais utilizado no mundo, porém as reservas desse óleo tendem a se esgotar no futuro, além do que, não é um recurso do qual sua utilização contribui para o meio ambiente, já que sua queima emite derivados de gases poluentes do qual atuam no processo do efeito estufa e do aquecimento global, assim como a queima do carvão mineral.

Segundo dados da ABDI (2015), no Brasil existem ainda grandes reservas de urânio para serem utilizadas em usinas nucleares, porém a instalação das mesmas é difícil, pois são necessários altos custos para investir e ainda existe a possibilidade de riscos ambientais devido à sua exploração.

Além de utilizar combustíveis fósseis, o Brasil é um dos países que mais produz eletricidade, principalmente a partir das usinas hidroelétricas. Apesar disso, a usina hidroelétrica é a mais barata no aspecto operacional e também emite menos gases poluentes.

As termoelétricas são outra opção complementar para a geração de energia quando o setor hidroelétrico não consegue suprir as necessidades, porém a energia termoelétrica é a mais cara e também a mais suja, pois é gerada pela queima de combustíveis fósseis. Dessa forma, o Brasil precisa investir em outras formas de geração de energia limpa, como a solar, a biomassa e também a eólica.

A biomassa é o resultado da decomposição de materiais orgânicos, que a partir desse processo, há geração de gases, que são transformados em energia. Devido a um largo território e diversidade de espaços ricos para o cultivo da agricultura, o Brasil tornou-se um grande concorrente como produtor de biomassa.

A energia solar é outra alternativa para energias alternativas, e é uma fonte de energia renovável e limpa. Este tipo de fonte é convertido diretamente em energia elétrica ou

pode também ser armazenada em baterias. Porém, o custo de instalação é muito alto e a instalação da usina de limita a locais bastante ensolarados.

A energia eólica é gerada com o uso dos ventos, que movimentam as hélices dos aerogeradores, transformando energia cinética em energia elétrica. O Brasil tem crescente potencial eólico, principalmente nas regiões litorâneas e no Nordeste. A energia eólica é uma forma de geração a partir de fontes totalmente renováveis e não produz outro poluente (ABDI, 2013).

Segundo a ABEEólica (2015), o preço da energia produzida pelas termoelétricas é oito vezes mais cara do que a gerada nas usinas eólicas. A energia gerada pelos ventos contribui para que o país possa alcançar alguns objetivos, como garantir a produção de energia elétrica, reduzir as emissões dos gases do efeito estufa, pois deixamos de queimar combustíveis fósseis, e na criação de empregos diretos e indiretos.

Este trabalho aborda o caso de uma fabricante de pás para turbinas eólicas, onde a diversidade de produtos é baixa, e o volume produzido é alto.

A fabricação de pás eólicas é um segmento de mercado muito promissor, gerando grande número de empregos para a população das imediações das fábricas, colaborando no aumento do PIB e também no aumento da matriz energética limpa e sustentável do Brasil, porém, devido ao grande número de materiais e mão de obra utilizadas, possui alto custo de fabricação.

Devido ao cenário econômico de crise e recessão econômica, e para que uma empresa se torne financeiramente sustentável, é preciso gerar lucro para se manter e remunerar os seus acionistas, ocasionando a busca por excelência operacional e redução de desperdícios. Dessa forma, quanto menos desperdícios de matéria prima, aumenta-se a margem de lucratividade, tem-se uma tendência de diminuir-se os defeitos, de reduzir o ciclo de produção, reduzir retrabalhos e outros fatores que impactam em produtividade e aproveitamento de recursos.

Em função disso, esse trabalho visa responder a seguinte pergunta: “Como a aplicação do método MASP, com uso do ciclo PDCA, pode auxiliar na redução de custos com matéria prima numa organização de grande porte? ”.

Para alcançar uma boa resposta para esta indagação, nas próximas etapas serão seguidos todos os passos necessários para responde-la, guiando-se nos objetivos do trabalho, que serão mostrados no próximo tópico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o impacto na redução dos níveis de consumo de matéria prima, a partir da aplicação do MASP, em uma indústria de pás para aerogeradores.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) apresentar os principais problemas associados aos desperdícios em processos industriais

b) descrever as etapas utilizadas na implantação do MASP, fazendo correlação com as ferramentas da qualidade.

c) aplicar a metodologia MASP, com uso de PDCA em todas as suas etapas para resolução do problema de alto consumo de matéria prima

d) propor recomendações para manter o baixo consumo de matéria prima, com o uso do ciclo SDCA e implantação de um programa de melhores práticas

1.3. Justificativa

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

Nos últimos anos, a energia eólica vem sendo apontada como a fonte de energia renovável mais promissora para a produção de eletricidade, em curto prazo. Segundo dados do jornal Ambiente Brasil (2014), existem 30 mil turbinas eólicas em atividade no mundo, com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW. Os países que estão em destaque quanto ao uso das forças dos ventos são a Alemanha, a Dinamarca e os Estados Unidos, seguidos pela Índia e pela Espanha.

No Brasil, o potencial eólico tem gerado interesse de vários fabricantes e investidores dos principais países envolvidos com energia eólica. O parque industrial brasileiro de geração é formado principalmente por empresas multinacionais, a maioria localizada no sul e sudeste do país.

Segundo dados da ABDI (2013), os componentes básicos de um aerogerador são as pás, que interagem diretamente com o vento, as quais transferem a energia das massas do ar em

movimento para turbina que transformará em energia elétrica. Essas peças aerodinâmicas podem chegar a medir de 30 a 70 metros de comprimento.

Nesse cenário, a empresa fabricante de pá eólica em estudo precisa atingir os requisitos de lucro definidos pelos acionistas, já que o consumo real de materiais diretos está muito aquém dos definidos nas especificações, gerando perdas de produtividade e até elevando o ciclo de produção. A diminuição dos desperdícios gera diminuição significativa de custos.

O produto mais crítico em desperdício é a massa de colagem, pois o mesmo é utilizado em grande quantidade na hora do fechamento da pá, gerando grande desvio em relação a lista técnica especificada.

Analisando os consumos reais da empresa e comparando com o orçado, a oportunidade de redução de consumo pode atingir a casa dos 30%, trazendo melhoria no lucro para os acionistas. Desta maneira, a grande oportunidade de melhoria do processo, padronização do consumo e, conseqüentemente, melhor lucratividade, motivou o início deste trabalho.

1.4 Metodologia

Inicialmente, faz-se necessário a definição do que é pesquisa e suas classificações por se tratar de um trabalho científico e não informal. Segundo Gil (Apud Silva e Menezes, 2005), “a pesquisa tem um caráter pragmático, é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico.

Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa pode ser tratada como um conjunto de ações propostas para solucionar algum problema ao qual se tem por base procedimentos racionais ou sistemáticos. Então, a pesquisa é realizada quando se tem um problema e não há informações suficientes para solucioná-lo.

Ainda segundo Silva e Menezes (2005), as pesquisas podem ser classificadas quanto a: natureza, forma, objetivos e procedimentos técnicos. A descrição de cada classificação abaixo mencionada é também de acordo com Silva e Menezes (2005).

Referente à natureza, o trabalho é do tipo Pesquisa-Ação, pois conforme Silva (2001), “ quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo se caracteriza como uma pesquisa-ação. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Quanto à forma, o trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa quantitativa e qualitativa, uma vez que foram necessários traduzir resultados em números para serem analisados e, também, de fatores intuitivos e opiniões de envolvidos para a solução do problema, pois segundo Silva (2001), “uma pesquisa qualitativa não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados, e o pesquisador é o instrumento chave” e “pesquisa quantitativa significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.”

Quanto aos objetos de pesquisa, o trabalho pode ser considerado como descritivo, já que está orientado a descrever determinado fenômeno, assumindo forma de levantamento de dados.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foi necessária uma pesquisa bibliográfica e documental, para se extrair a base do conhecimento suficiente para a análise de todos os dados e implantação de melhorias.

A extração de dados do trabalho foi realizada por meio de sistemas de informação gerenciais da empresa em estudo e o trabalho se desenvolveu com aplicação prática na empresa e acompanhamento dos seus resultados.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho abordará sobre aspectos científicos e práticos do PDCA, compreendido em cinco capítulos:

- Capítulo 1: Introdução: Expõe de maneira clara e objetiva os assuntos que serão tratados no trabalho, justificando o estudo apresentado, relacionando os objetivos a serem obtidos, a metodologia utilizada e mostrando a estrutura a ser seguida, além das limitações do trabalho;

- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica: Apresenta um levantamento bibliográfico referente aos principais temas abordados no trabalho, como os conceitos de ciclo PDCA, ferramentas da qualidade e redução de desperdícios;

- Capítulo 3: Estudo de Caso: Apresenta a situação atual em uma indústria fabricantes de pás para turbinas eólicas, a coleta de dados, a análise, a proposta do estudo de caso utilizando os fundamentos das ferramentas da qualidade juntamente com o PDCA e findando a filosofia nova como lição aprendida.

- Capítulo 4: Conclusões e Recomendações: Apresenta os resultados obtidos, a conclusão final e as recomendações.

No final do trabalho encontram-se as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração desta monografia.

1.6 Limitações do Trabalho

Os valores indicados de consumo utilizados no trabalho não refletem os números reais para preservar as informações da empresa, mas a proporção entre os dados é mantida. O nome da empresa também não será divulgado. O trabalho procurou focar na aplicação do MASP e seus efeitos durante a ocorrência do projeto, não se aplicando aos períodos anteriores ou outras áreas e processos que não estavam diretamente relacionadas.

Foi escolhida apenas uma matéria prima de fabricação para enfoque no estudo, em um processo também específico, de fechamento da pá, em um único molde de fabricação. A análise dos dados limita-se apenas a fase de implantação do MASP e os resultados mostrados são de um período posterior logo após a implantação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreender os assuntos abordados, é necessária uma explanação dos conceitos, das técnicas e das ferramentas utilizadas, focando nos métodos PDCA e MASP.

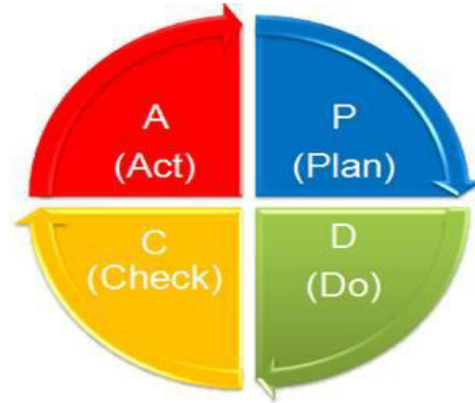
2.1 Ciclo PDCA

“O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisão, para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (WERKEMA, 1995) ”.

O ciclo PDCA, apresentado na figura 1, teve sua origem no ano de 1967 a partir do ciclo de Shewhart, com a criação do Físico, Engenheiro e Estatístico Norte Americano Walter Andrew Shewhart. Conhecido por ser o pai da qualidade, é o criador de ferramentas como o CEP e a carta de controle. A partir de década de 50, o PDCA tornou-se mais famoso, com trabalhos realizados pelo americano William Edwards Deming, no Japão. Posteriormente, Ishikawa consolidou fortemente a ferramenta, dividindo-o nas etapas que são conhecidas até os dias atuais.

Para Alencar (2008), o método PDCA tem por objetivo buscar resultados confiáveis e eficazes para uma organização, através de um bom controle.

Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: Campos (2014)

O PDCA é um método muito difundido no mundo pela sua assertividade e desempenho nas empresas. As empresas que utilizam essa ferramenta como base de seus projetos, processos e ações têm grandes resultados.

A essência do Ciclo PDCA é a ideia de que as saídas de um processo normalmente formam parte da entrada do processo subsequente, formando assim um circuito de realimentação das informações para as tomadas de decisões sobre o controle da qualidade do processo (Mello, 2016).

Por meio de suas etapas, espera-se que os resultados obtidos e também o próprio processo sejam melhorados, formando um espiral de qualidade ascendente. Seguir o ciclo PDCA é mais eficaz do que adotar uma abordagem perfeccionista de se concentrar exclusivamente no desenvolvimento de processos perfeitos (JURAN, 1998).

A forma mais utilizada do ciclo PDCA é um circuito de quatro etapas: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Atuar Corretivamente (Act). (BANAS QUALIDADE, 2005; JURAN 1998).

De acordo com Juran (2008) e Mello (2006), o ciclo PDCA é realizado na seguinte sequência:

- Planejar – São estabelecidos os objetivos e os processos a serem controlados para alcançar os resultados desejados, visando atender os requisitos do cliente e as políticas do próprio sistema de gestão.
- Executar – É a fase de implementação dos processos.

- Verificar – É a fase que os processos e os resultados são registrados e avaliados quanto as políticas, objetivos e requisitos estabelecidos para o produto ou serviço.
- Atuar corretivamente – Esta fase inclui a seleção e tomada de ações corretivas para evitar a repetição da situação problema, indesejável ou não conforme com os requisitos estabelecidos.

Para Campos (2004), o PDCA é um método simples e objetivo bastante utilizado para resolver problemas de qualidade, que tem como principal entrega a gerencia dos processos. Ainda de acordo com Campos (2014), o problema é definido como resultados indesejáveis de um processo, sendo assim, é um item de controle que não atinge o resultado desejado.

O ciclo PDCA não é utilizado apenas para detectar não conformidades, mas principalmente para evitar que elas aconteçam. Isso implica na tomada de ações preventivas, que atuam antes que o problema ocorra.

Figueira (2007) afirma que o giro completo do PDCA só acontece de forma adequada quando o registro de não conformidades potenciais é maior que o de não conformidades reais. Isso porque, estatisticamente, ocorrerão mais “quase falhas” do que falhas.

Ainda de acordo com Figueira (2007) a operação ideal de um sistema de gestão tem como foco situações controladas de não conformidades potenciais, garantindo a eficácia e a eficiência dos processos. O equilíbrio inteligente entre a eficácia e a eficiência, aumenta a probabilidade o cliente do processo ficar satisfeito, a partir do uso adequado dos recursos disponíveis para tal.

Hosken (2010) afirma que a solução de um problema só é possível por meio da análise de suas causas, propondo ações corretivas ou preventivas par trata-las. O ciclo consiste em propiciar um perfeito sincronismo entre as ações, com o objetivo de buscar a padronização e a melhoria contínua.

Segundo Shoji (1997) o método do PDCA é um sistema para elaborar a melhoria contínua, a fim de atingir o alvo ou níveis de desempenho cada vez mais altos. A conclusão de um giro do ciclo será o início do próximo ciclo e assim sucessivamente. Seguindo a ideia de melhoria contínua, o processo sempre pode ser estudado novamente e um novo processo de melhoria poderá ser iniciado.

“ O ciclo PDCA é uma série de etapas apresentadas de forma cíclica para melhorar as atividades da organização, além de padronizar as informações de controle da qualidade, evitar erros lógicos na análise e possibilitar a informações mais facilmente compreendidas” (BONEF, 2010).

2.2 Método de Análise e Soluções de Problemas (MASP)

Campos (1992) apresenta um método de solução de problemas baseado na estratificação de cada uma das etapas do ciclo PDCA. O MASP desenvolvido por Campos (1992) é dividido em oito grandes etapas: Identificação do problema; Observação; Análise, Plano de Ação; Ação; Verificação; Padronização; Conclusão. Segundo Carpinetti (2010), o MASP é definido como uma versão mais detalhada do ciclo PDCA. A abordagem feita em cada uma dessas etapas e também sua relação com o PDCA é mostrado na figura 2.

Figura 2 – Relação entre o MASP e o Ciclo PDCA

PDCA	FLUXOGRAMA	FASE	OBJETIVO
P	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.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	O bloqueio foi efetivo?	
A	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 (1992)

2.2.1 Fase 1: Identificação do Problema

Para Nascimento (2011), é na primeira fase que se deve determinar o problema, delimitando sua área de atuação e reconhecendo os prejuízos ocasionados por ele ao processo por meio do levantamento do histórico de ocorrências, para posteriormente, facilitar a atuação sobre o mesmo. Segundo Campos (2014), problema é o resultado indesejável de um trabalho.

Ainda segunda Campos (2014), a identificação do problema deve-se basear em fatos e dados, adquiridos por meio de documentos passados, para que assim se estabeleça a meta de melhoria mais adequada para que possa ser tratado o problema, devendo ser esta a maior prioridade da empresa.

De acordo com Aguiar (2006), “Nesta fase procura-se definir claramente o problema relacionado à meta, reconhecer a importância desse problema e a conveniência da solução”. É preciso analisar se a meta proposta para a solução é, de fato, o que a empresa precisa, isto é, verificar se a meta está bem estabelecida e definida. Além disso, deve-se levar em consideração se vale a pena investir na solução do problema, afim de não gastar tempo e dinheiro desnecessariamente.

2.2.2 Fase 2: Observação

Para Aguiar (2006) é nesta fase que se procura descobrir as características específicas do problema, com uma visão mais ampla e com vários pontos de vista, para depois desdobrar os problemas maiores em problemas menores. Nesta fase também é realizada a priorização dos problemas menores, levando em consideração níveis de defeito e custos adicionais gerados por eles.

Segundo Campos (2004), as observações devem ser feitas não só no escritório, mas no próprio local da ocorrência do problema, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas por meio de dados históricos. Nesta fase é onde se coleta informações para fazer a análise baseado em dados, e não somente em opiniões.

A fase de observação é a mais crítica no processo de solução de um problema, pois, de uma forma geral, consiste na coleta de dados no local onde ocorrem os problemas pré-estabelecidos na fase de planejamento. Caso esta coleta não seja feita corretamente, poderá comprometer toda a análise de informações, além ocasionar retrabalho nas coletas em vários casos. (OLIVEIRA, 1996).

Para esta fase, é recomendado estratificar o problema geral em critérios como tempo, local, tipo e outras especificações. Após esta estratificação, deve-se priorizar os problemas por meio de diagramas de Pareto, e identificar os problemas críticos a serem solucionados, determinando quais serão primeiramente vistos nas análises.

2.2.3 Fase 3: Análise

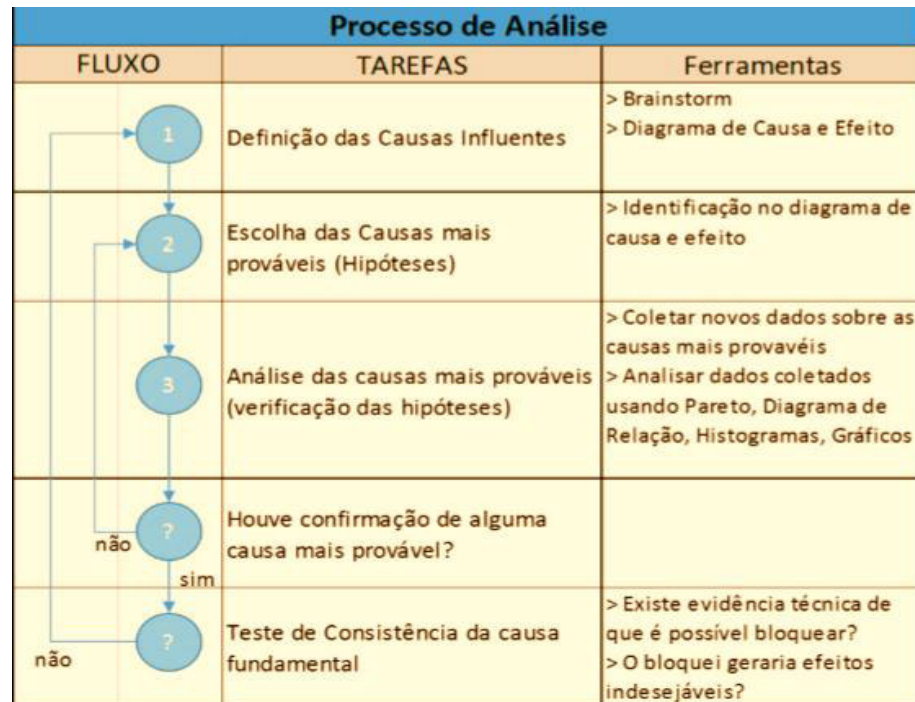
Segundo Campos (2014), na fase da análise do processo deve-se investigar o relacionamento existente entre a causa e quaisquer falhas que possam haver no processo, ou seja, a intenção da análise do processo é buscar as causas fundamentais que impactam no problema, analisando características importantes.

Para obtenção de sucesso nesta fase, primeiramente deve-se obter mais informações sobre as causas fundamentais, utilizando ferramentas como reuniões de *brainstorming*, onde todos os colaboradores que estão envolvidos com o problema em questão seriam uma solução, pois este podem contribuir, agregando com diversos pontos de vistas e opiniões, a respeito da percepção das causas mais prováveis que provocam o problema apresentado (MELO E CARAMORI, 2001).

O objetivo principal desta fase é identificar quais são as causas que mais impactam o problema principal (WERKEMA, 1995). Para o sucesso da análise é imprescindível que exista um bom mapeamento do processo causador da análise. Esse mapeamento será importante para análise das causas potenciais, que serão base para a quantificação da importância de cada causa no problema em questão.

Na figura 3, tem-se uma descrição, por meio do fluxo de tarefas, para realizar a análise da causa, como também as ferramentas utilizadas em cada etapa.

Figura 3 – Passo a passo para análise de causa



Fonte: Adaptado de Campos (2004)

2.2.4 Fase 4: Plano de Ação

Plano de ação é um documento que, de forma organizada, identifica e orienta as ações que devem ser tomadas para adequar os itens de controle e verificação e, também, as responsabilidades de cada colaborador. (FIEG e SENAI, 2002).

Na fase de estabelecimento do plano de ação, deve-se definir as medidas para atacar as causas dos problemas. Segundo Aguiar (2006), “a proposição de medidas adequadas depende muito da capacidade técnica da equipe que está tratando o problema”, explicando que o conhecimento técnico relacionado ao problema influenciará no resultado do trabalho, mas completa que além do conhecimento técnico, é necessário o conhecimento em soluções de problemas e ferramentas da qualidade.

Segundo Melo e Caramori (2001), o objetivo do plano de ação é operacionalizar a implantação de metas no processo, de modo que tenha uma grande probabilidade de sucesso. Esta ferramenta possibilita que a ação seja concreta no gerenciamento das atividades, atribuindo responsabilidade a todos os envolvidos no plano. Para Campos (2014), os planos de ação colocam o gerenciamento em movimento.

O plano de ação é utilizado para orientar a solução de problemas, priorizar ações, nomear responsáveis e verificar a resolução de tarefas (FIEG E SENAI 2012). Todas as ações

devem ser estabelecidas sobre as causas fundamentais e não sobre os efeitos, visto que o plano de ação consiste em estabelecer contramedidas para as causas principais (CAMPOS, 2014).

Todo plano de ação deve ser criado para garantir rápida e eficaz identificação dos elementos necessários à implementação do processo (OLIVEIRA, 1996). Desta forma, geralmente usa-se uma ferramenta da qualidade para elaboração do plano de ação, conhecida como 5W2H que consiste em cinco perguntas em inglês: *What* (O que), *When* (Quando), *Who* (Quem), *Where* (Onde), *Why* (Porque), *How* (Como), *How Much* (Quanto Custa).

2.2.5 Fase 5: Execução das Ações

Para Andrade e Melhado (2003), depois da elaboração do plano de ação, deve-se divulgar o plano a todas as pessoas envolvidas e com algum problema a ser tratado. Posteriormente deverão ocorrer treinamentos necessários para que o plano possa atingir os seus objetivos. Nesta fase, as ações estabelecidas no plano da ação devem ser realizadas de acordo com o definido na etapa anterior, e serem devidamente registradas e supervisionadas.

Esta fase inicia com a empresa apresentando claramente a meta, as tarefas e as razões de cada ação do plano, para logo após, educar e treinar conforme foi proposto pelo plano antes de iniciar a execução das ações, afim de que se estabeleça um padrão de processos (NEVES, 2007).

Após os colaboradores estarem devidamente treinados, deverão haver verificações programadas no local onde as ações estão sendo aplicadas, para manter-se o controle durante a execução do plano da ação (CAMPOS, 2014).

Com o planejamento e a análise de causa bem robusta nas etapas anteriores, as ações deverão ser muito eficazes.

2.2.6 Fase 6: Verificação das Ações

Segundo Tofoli (2011), é nesta fase que se verifica se os procedimentos foram bem compreendidos e se estão sendo executados corretamente após a realização de todas as ações propostas no plano de ação. Esta verificação deve ser contínua e pode ser feita tanto por meio de observações no local onde o problema foi identificado, quanto também através do monitoramento dos itens de controle.

Esta etapa verifica os resultados das atividades executadas e faz a comparação com a meta planejada, com base nos dados coletados nas fases anteriores. É importante o apoio de

uma metodologia estatística para reduzir as possibilidades de erros e economizar tempos e recursos. A análise dos resultados desta fase apontará se os resultados estão de acordo com o planejado (NEVES,2007).

Conforme Machado (2007), se a meta planejada não for alcançada, retorna-se a fase de observação, para ser estudado novamente o problema e elaborar um novo plano de ação. Conclui-se também que quanto maior o tempo gasto na fase de planejamento, menor será o tempo utilizado durante a fase de verificação das ações, pois elaborando um bom plano, pouco se terá para corrigir.

2.2.7 Fase 7: Padronização

A fase de padronização consiste na eliminação definitiva das causas identificadas, ou seja, precaução quanto ao ressurgimento do problema. Nesta fase, deve-se criar Procedimentos Operacionais Padrão, para que, desta forma, as novas medidas de trabalho sejam adotadas. Desta maneira, é necessário educação e treinamento no trabalho e o monitoramento da utilização do padrão (LEONEL, 2008).

Para Campos (2014), o padrão é o instrumento que diz qual a meta, que é o fim, e os procedimentos, que são os meios, para a realização dos trabalhos. Dessa forma, cada colaborador tem condições de assumir as responsabilidades pelos resultados dos seus trabalhos e atividades. Já para Umeda (1997), o padrão determina meios de aplicação repetitivamente, de um modo comum, a fim de que as pessoas envolvidas, realizem as tarefas com padronização.

Ainda segundo Umeda (1997), um compromisso realizado verbalmente não é considerado um padrão. Para que isso ocorra, é necessário que seja documentado. Além disso, é preciso colocar em prática o que está descrito no documento, pois caso contrário, não pode ser considerado um padrão. Com a intenção de evitar o não cumprimento do padrão, tem que fazer com que os funcionários compreendam qual a finalidade do padrão, qual a sua importância e as consequências caso o padrão não for cumprido.

O padrão tem a sua principal importância em dois objetivos: treinamento e solução de problemas. É muito mais prático e seguro ensinar a um novo funcionário sua atividade por meio de padrões já existentes. Além disso, quando ocorre algum problema, o primeiro passo a seguir é verificar se existe algum padrão para aquilo, devendo-se averiguar se o mesmo está correto ou se deve sofrer alguma modificação (UMEDA,1997).

Esta etapa é também caracterizada por uma espécie de introdução do ciclo SDCA (ciclo de padronização), pois as medidas propostas são controladas e padronizadas, que é uma prevenção para que o problema não volte a aparecer.

2.2.8 Fase 8: Conclusão

Na etapa da conclusão ocorre uma revisão das ações realizadas nas etapas anteriores. É nesta etapa que é recapitulado todo o processo de solução de problema, para trabalho futuro e padronização pelo ciclo SDCA. A partir do instante que uma empresa obtém o seu padrão de excelência, estes deverão estar sempre passando por mudanças, com o intuito de melhorar cada vez mais. Dessa forma, a empresa estará desenvolvendo o processo de melhoria contínua, e conseqüentemente, mantendo a competitividade associada aos padrões (ANDRADE E MELHADO, 2003).

A conclusão do ciclo será sempre o começo do próximo ciclo. Seguindo a natureza da melhoria contínua, um processo sempre pode passar por novos estudos e assim iniciar um processo de mudança. Dessa forma, poderão ser estipuladas novas metas a serem alcançadas para que o processo de melhoria contínua possa continuar a ser desenvolvido (NASCIMENTO, 2011).

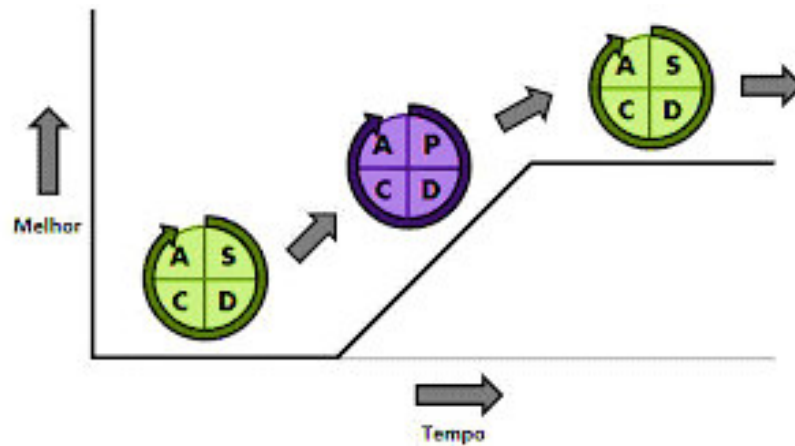
De acordo com Trivellato (2010), é nesta fase que ocorrem ações para corrigir itens que sofreram desvios do padrão, buscando causas e criando ações, com o intuito de não repetir os erros. Caso não sejam encontrados desvios, deve-se realizar medidas preventivas, para evitar erros futuros.

2.3 – Ciclo SDCA

O ciclo SDCA, também conhecido como ciclo de padronização, é um método utilizado para que a melhoria proposta que foi garantida e atingida com o ciclo PDCA seja mantida ao longo do tempo. A sigla SDCA é compreendida da seguinte maneira: O “S” significa *standart*, ou seja, padronização. O PDCA de melhoria e o SDCA de manutenção desta, é uma contínua forma de gerenciamento, onde a cada ciclo do PDCA têm-se um novo ciclo SDCA, com novas metas a serem atingidas e novos procedimentos operacionais padrões a serem seguidos na rotina AGUIAR (2006).

O ciclo PDCA e SDCA podem ser conjugados, mostrando que o PDCA eleva o resultado de patamar e o SDCA o mantém, conforme ilustra a figura 4.

Figura 4 - Relação entre o ciclo PDCA e o ciclo SDCA



Fonte: Adaptado de Campos (2012)

2.3.1 – Fase 1: Padronização (S)

Com o fim do ciclo PDCA, tem-se desse processo como principal saída uma meta padrão a ser atingida e o procedimento operacional padrão a ser seguido. No gerenciamento para manter, as metas e os meios para atingi-la já devem estar definidas, muito possivelmente após ter-se rodado o PDCA de melhoria (Aguiar,2010).

2.3.2 – Fase 2: Execução (D)

A análise de conformidade que foi feita e padronizada no PDCA, deve ser feita no dia-a-dia, para que assim o processo nunca saia do controle.

Na fase de execução, Aguiar (2006) diz que o mais importante é a preocupação com o cumprimento do procedimento operacional padrão. É por esse motivo que, nesta etapa, são priorizadas as atividades de treinamento no trabalho, de supervisão e atividades de auditoria, para garantir que os procedimentos operacionais padrões sejam seguidos corretamente.

2.3.3 – Fase 3: Verificação (C)

A etapa de verificação ocorre da mesma forma que no ciclo PDCA, com a diferença que ao invés de se verificar a eficácia das ações, se verifica a eficiência dos procedimentos

operacionais padrões. Nesta etapa são utilizadas variadas ferramentas de controle, como, por exemplo, controle estatístico do processo e folha de verificação. Nesta fase, existe uma decisão a ser tomada, assim como na fase C do ciclo PDCA: Caso não sejam detectadas anomalias, a empresa continua com o seu procedimento normal de produção, seguindo os procedimentos operacionais padrões já existentes, caso contrário, passa-se para a próxima etapa, que serão tomadas ações corretivas.

2.3.4 – Fase 4: Ação Corretiva (A)

É nessa fase que são tomadas ações corretivas inerentes ao processo, de forma semelhante ao PDCA. Para Aguiar (2006), o seguinte procedimento deve ser seguido para esta fase:

- O operador relata a anomalia;
- O operador ou supervisor removem os sintomas;
- O supervisor toma as medidas sobre as causas;
- É preenchido um relatório de análise de anomalias;
- O relatório é enviado ao gerente, para que este tome contramedidas adicionais, caso necessário.

2.3.5 – Procedimento Operacional Padrão

Como uma das principais ferramentas do SDCA, o procedimento operacional padrão é definido de acordo com a sequência correta de operações, relatando o passo a passo de cada atividade. Deve-se estar em uma linguagem de fácil compreensão para a operação e deve-se descrever todas as etapas do processo produtivo, assim como os requisitos dos processos e dos produtos.

Sua principal saída é garantir que as ações tenham repetitividade e padronização. As organizações devem começar utilizando os procedimentos operacionais padrões que se referem a procedimento conduzidos nas operações, e não nos processos (Campos,2012).

2.4 – Conceitos de Qualidade e Melhoria Contínua

2.4.1 – Os conceitos da Qualidade

Qualidade é um termo amplamente utilizado nas empresas como ferramenta de estratégica competitiva. Segundo Teixeira et al. (2012), o estímulo que as organizações executam para conseguir o melhor posicionamento de mercado se comparado a concorrência faz com que a eliminação de desperdício se torne questão de sobrevivência, não existindo mais espaço para empresas ineficientes. Nascimento (2011) complementa dizendo que a eliminação de desperdícios está diretamente ligada à questão da qualidade.

A definição de qualidade possui diversas interpretações, citada por diversos autores, e possui um conceito amplo, pois aborda situações completamente distintas, sendo utilizada nos sistemas de produção, nas organizações, nas otimizações de processos, na produtividade, nos custos e no aprimoramento do sistema (WERKEMA,1995).

Para Juran (1992), qualidade consiste na ausência de deficiências. Já para Deming (apud WERKEMA,1995), a qualidade é definida pelas exigências e pela necessidade dos consumidores. Como estas necessidades geralmente mudam, as especificações de qualidade estão em constante alteração. Crosby (1986, apud CORRÊA E CORRÊA,2012), define qualidade como a necessidade de satisfazer requisitos, ou seja, significa dar exatamente aquilo que os clientes internos e externos desejam, necessitam e esperam. “Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mas útil e sempre satisfatório para o consumidor” (ISHIKAWA,1997).

De acordo com Campos (2014), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades dos clientes”. Com essa descrição, fica claro que qualidade não é apenas ausência de defeitos.

Para CORRÊA E CORRÊA (2012), muitas organizações buscam aprimorar os seus processos, através da priorização de novas técnicas que priorizam o padrão da atividade, e de maneira integrada e eficaz, avance rumo a excelência operacional. A diferencial de uma boa gestão é focar na redução de custos, que implica em gerir bem a produção de forma a eliminar desperdícios e etapas que não agregam valor ao processo.

A qualidade faz parte das metas ou objetivos de um sistema organizacional, podendo ser encontrada tanto nos processos, como nos bens e serviços, e principalmente no que

diz respeito a satisfação do cliente. Uma empresa terá maior ou menor qualidade na proporção em que consiga atingir esses objetivos, por meio de ações de monitoramento e controle do processo (TOFOLLI,2011).

2.4.2 – Melhoria Contínua

De acordo com TOFOLLI (2011), as organizações investem em programas de qualidade com o objetivo de haver a melhoria contínua das organizações. Melhoria contínua é uma filosofia que busca continuamente vários modos para melhorar a operação. É uma atividade que deve estar presente na rotina das empresas e que pode acarretar na redução de custos, flexibilizar o sistema produtivo e evitar perdas.

Os diversos processos de uma organização interagem entre si e todos tem um certo nível de desempenho. A abordagem de melhoria contínua surge como um auxílio para o incremento desse desempenho. Carpinetti (2010) define que a melhoria contínua “é uma abordagem para melhoria que se caracteriza como um processo de contínuo aperfeiçoamento de produtos e processos na direção de grandes melhorias de desempenhos”, caracterizando a busca sem fim pela melhoria do desempenho dos processos organizacionais.

Dessa maneira, para se obter a melhoria dos processos, deve-se utilizar o PDCA, MASP e as ferramentas da qualidade, para manter e melhorar os resultados por meio da identificação, observação e análise de problemas, bem como para o alcance de metas. Isto irá auxiliar os gestores de todos os colaboradores na tomada de decisões adequadas (SLACK et al., 2002).

2.4.3 – Itens de Controle e Verificação

De acordo com Mariani (2005), o gerenciamento dos processos das organizações precisa garantir a satisfação dos clientes internos, e para que isso ocorra, é preciso definir itens de controle e verificação. Estes são características utilizadas para quantificar os desejos, subjetivos dos clientes, tornando-as grandezas mensuráveis e de conhecimento de todas as pessoas da organização.

Campos (2004), diz que “os itens de controle de um processo são índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo, para medir a sua qualidade total”, ou seja, medem a qualidade intrínseca, os custos, a entrega e a segurança do produto que será entregue ao cliente. Dessa forma, os itens de controle são sempre medidos sobre algo que se possa

controlar, ou seja, atuar na causa do desvio. Os resultados de um item de controle podem ser monitorados por um item de verificação.

Ainda de acordo com Campos (2004), “ Os itens de verificação de um processo são itens numéricos estabelecidos sobre as principais causas que afetam determinado item de controle e definem autoridade”, ou seja, esses itens são implementados e monitorados durante todo o processo e poderão influenciar no resultado obtido. Também chamado de item de controle de causa, pois os resultados de um item de controle são assegurados pelo acompanhamento dos itens de verificação.

Werkema (1995) aponta que um item de verificação de um processo pode ser um item de controle de um processo posterior. Isto ocorre, por exemplo, quando o item de verificação do gerente é o item de controle do seu subordinado.

2.5 – Ferramentas da Qualidade

Para gerenciar os processos com maior coerência e assertividade, é preciso trabalhar baseado em ocorrências e dados, ou seja, informações obtidas no processo. Devem ser implantadas corretamente as informações adquiridas com o objetivo de eliminar os eventuais problemas, por isso, há técnicas de relevante importância, denominadas de ferramentas da qualidade, capazes de permitir a coleta, a análise e a apresentação dos dados disponíveis ligados aos processos das organizações (LEONEL,2008).

Conforme ALENCAR (2008), as ferramentas da qualidade são gerenciais e podem ser utilizadas com objetivo de definir, mensurar com base de dados, verificar fatos e sugerir soluções para os problemas encontrados e que interferem no desempenho das atividades das organizações. Além disso, atuam na tomada de decisões, promovendo a melhoria contínua e a padronização dos processos

Para Corrêa e Corrêa (2012), “estas práticas foram montadas com o propósito de municiar os participantes dos processos com ferramentas simples e ao mesmo tempo fortes, de fácil entendimento e aplicação”, desta maneira, haverá o auxílio na resolução e no controle de problemas de qualidade. Estas técnicas apoiam as empresas nas tomadas de decisões que irão solucionar problemas ou melhorar negócios.

As ferramentas da qualidade, citadas na obra de Mariani (2005), ajudam de modo orientado e sequenciado na formulação da análise de solução do problema, onde cada etapa do modelo gerencial do PDCA pode ser bem desenvolvida e embasada com informações e dados reais de estudos realizados no local de trabalho.

Na figura 3 é possível relacionar as etapas do ciclo PDCA com as respectivas ferramentas da qualidade.

2.5.1 – Estratificação

Carpinetti (2010) diz que a estratificação é a divisão de grupos em outros subgrupos, baseando-se em suas características comuns. Com os dados devidamente estratificados, pode-se ter uma melhor resolução do problema encontrado. Ainda segundo Carpinetti (2010), a estratificação dos dados objetiva identificar como a variação de cada um desses fatores interfere no resultado do processo ou problema que se deseja investigar

Algumas das estratificações que podem ser feitas são por tipo de defeito, por turno, por local, por material, por centro de custo, dentre outras variáveis.

2.5.2 – Diagrama de Pareto

O princípio de Pareto foi criado pelo economista e sociólogo italiano Vilfredo Pareto aproximadamente no século XVIII. Ele realizou um estudo que analisou a desigualdade da distribuição de renda em Milão, e segundo o estudo, 80% dos bens pertenciam a 20% da população e somente 20% dos bens pertenciam a 80% da população. Por este motivo, este princípio é também chamado de 80-20. (BARBOSA, 2010).

Juran (1992, apud LEONEL, 2008) utilizou a teoria de Pareto para aplicar na qualidade, e notou que este princípio também era aplicável a problemas de qualidade. Ele concluiu com este estudo, que a minoria das causas era responsável pela maioria dos problemas, e que o diagrama de Pareto era uma das ferramentas mais eficientes para detectar problemas.

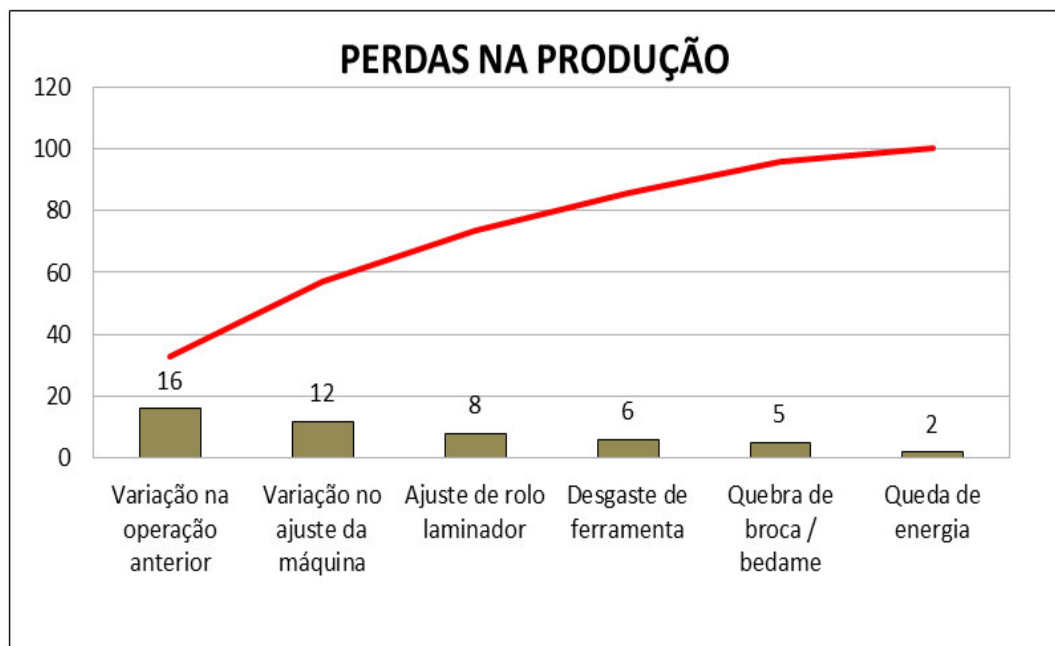
Segundo Werkema (1995), o Pareto é um gráfico de barras que organiza as frequências dos eventos, do maior para o menor, permitindo assim a visualização e o diagnóstico dos problemas mais importante, dos quais possuem maior número de ocorrências. Dessa forma, proporciona da maneira correta a concentração de esforços e investimentos.

O diagrama se baseia no princípio de que os problemas relacionados à qualidade podem ser classificados em duas categorias: muito vitais ou pouco triviais. O primeiro represente uma quantidade pequena de problemas que resultam em um enorme impacto para a organização, já o segundo, represente uma grande quantidade de problemas, mas que não tem importância significativa para a empresa. (TRIVELLATO, 2010)

Para Campos (2004), o Diagrama de Pareto mostra os itens e a classe na ordem do número de ocorrências, permitindo assim visualizar vários elementos de um problema, e escolhendo qual terá maior prioridade. É visualmente presente em barras em ordem decrescente, com as causas vitais do lado esquerdo do diagrama e as causas triviais do lado direito do diagrama.

Uma possibilidade do Diagrama 80-20 é seu desdobramento em outros diagramas de Pareto, onde as causas prioritárias selecionadas em um primeiro momento são utilizadas como novos problemas a serem analisados também por meio de gráficos de Pareto. Dessa maneira, um grande problema encontrado de início pode ser separado em problemas menores e com maior foco (TEIXEIRA *et al*, 2012). A figura 5 ilustra um exemplo de um gráfico de Pareto.

Figura 5 – Exemplo do Diagrama de Pareto



Fonte: Bastiani e Martins (2012)

2.5.3 – Brainstorming

O *Brainstorming*, também chamado de chuva de ideias ou tempestade de ideias, é um método de dinâmica em grupos que faz com que as pessoas falem o máximo de ideias possíveis, sendo de extrema importância não haverem críticas de qualquer tipo. Os grupos devem ser formados por pessoas, caso possível de setores distintos, com a intenção de proporcionar conhecimentos multifuncionais e obter conclusões mais completas e exatas sobre o problema, causas e possíveis soluções (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Segundo Slack *et al.* (2002), para aumentar o rendimento desse método, é importante evitar críticas que possam atrapalhar as chuvas de ideias, dessa maneira os participantes poderão expor as suas ideias sem nenhum tipo de bloqueio ou trava. Quanto maior a quantidade de ideias, melhor será o processo de *Brainstorming*, visto que é fundamental que existam soluções com diversos pontos de vista que possam ter ligação com a resolução do problema.





De acordo com Nascimento (2011), existem dois tipos de *Brainstorming*, que são o estruturado e o não estruturado. No primeiro, são feitas rodadas sequenciais, nas quais cada pessoa deve contribuir com uma ideia em cada etapa. Já no outro tipo, não há uma sequência específica, as ideias podem ser expostas a qualquer momento, dessa forma é possível se criar uma atmosfera mais informal.

Conforme Davis (*et al.*, 2001), o *Brainstorming* possibilita a elaboração de soluções criativas e inovadoras para os problemas e a eliminação de paradigmas pré-estabelecidos. O clima de motivação e envolvimento proporcionado pela metodologia gera melhor eficácia nas decisões apresentadas pelo grupo, maior comprometimento com ações e melhor sentimento de dono e responsabilidade compartilhada por todos.

2.5.4 – Fluxograma

O fluxograma é uma representação gráfica que mostra os passos a serem compreendidos no processo, de forma que é conhecida a sequência. Além disso, por utilizar símbolos, que estão presentes no quadro 1, o fluxograma pode ser entendido com facilidade, sendo simples a visualização de cada uma das etapas do processo (TEIXEIRA, *et al.*, 2012).

Quadro 1 – Símbolos básicos de um Fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo

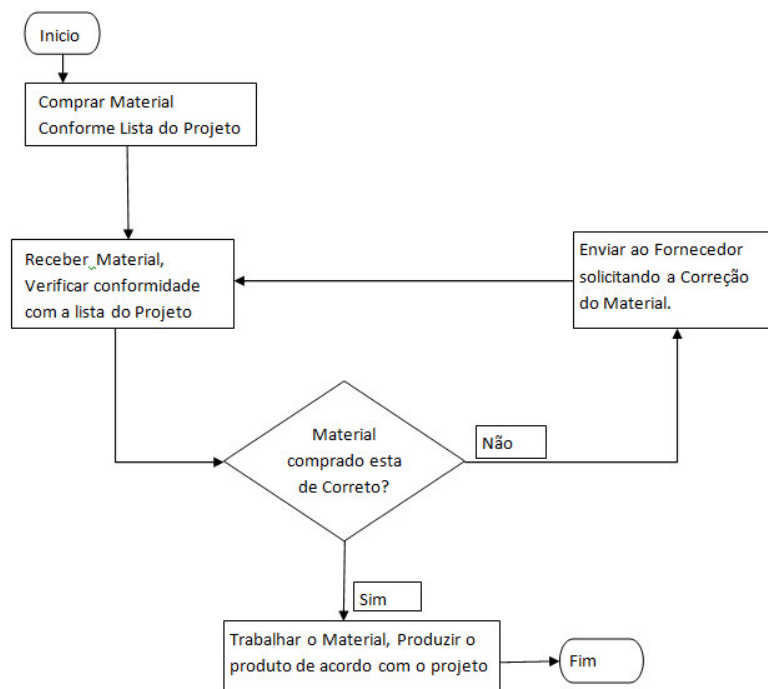
Fonte: Adaptado de Slack (*et al.*, 2002)

Pelo estudo do fluxograma, pode-se descobrir eventuais falhas, que são pontos que merecem mais atenção para aplicação de melhorias. Assim, é possível identificar o fluxo atual ou o fluxo ideal de qualquer produto ou serviço para encontrar desvios, definindo claramente os limites do processo (BARBOSA, 2010).

Para Trivellato (2010), o fluxograma também é utilizado como ferramenta de comunicação, de compreensão e de aprendizado, possibilitando identificar instruções incompletas e atuando como guia da padronização. É muito útil na apresentação e na análise de problemas, além do controle e da melhoria das atividades.

Segundo Neves (2007), torna-se necessária a padronização, e por conseguinte, o entendimento do processo. Após o término da construção do fluxograma, podem ser identificadas as oportunidades de mudança, a fim de alcançar as melhorias. Ainda segundo Neves (2007), a criação de um modelo eficiente deve ser elaborada de maneira participativa com os colaboradores envolvidos com a área do fluxo que será desenhado. Na figura 6 é ilustrado um exemplo de fluxograma:

Figura 6 – Exemplo de Fluxograma



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2002)

2.5.5 – Método dos cinco “porquês”

Segunda Corrêa e Corrêa (2012), o método dos “cinco porquês” é uma ferramenta de análise que possibilita, por meio da formulação de uma única pergunta, WHY (Porquê), aprofundar o entendimento a cerca de um determinado problema. Como é uma sequência de perguntas ordenadas, de forma que a pergunta seguinte comesse sempre a respeito da resposta anterior, a tendência é o diagnóstico completo de diversas causas a respeito do tema que está sendo analisado. Na realidade, não é necessário que sejam exatamente cinco perguntas, podem ser mais ou menos, e isso é decidido no momento que se encontra a causa raiz.

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

Segundo Slack (*et al.*, 2002) essa ferramenta possui alguns benefícios, como identificar a solução da causa do problema. Além disso, apresenta com bastante clareza as relações entre as possíveis causas imediatas, que seriam as respostas das perguntas, com as causas iniciais.

2.5.6 – Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, mostrado na figura 7, foi criado em 1943 pelo Engenheiro Químico e professor da Universidade de Tóquio Kaoru Ishikawa. Ishikawa desenvolveu este diagrama para explicar a alguns engenheiros de algumas empresas japonesas como os vários elementos de um processo estavam inter-relacionados. Portanto, o diagrama é também conhecido como diagrama de Ishikawa (ALENCAR,2008).

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

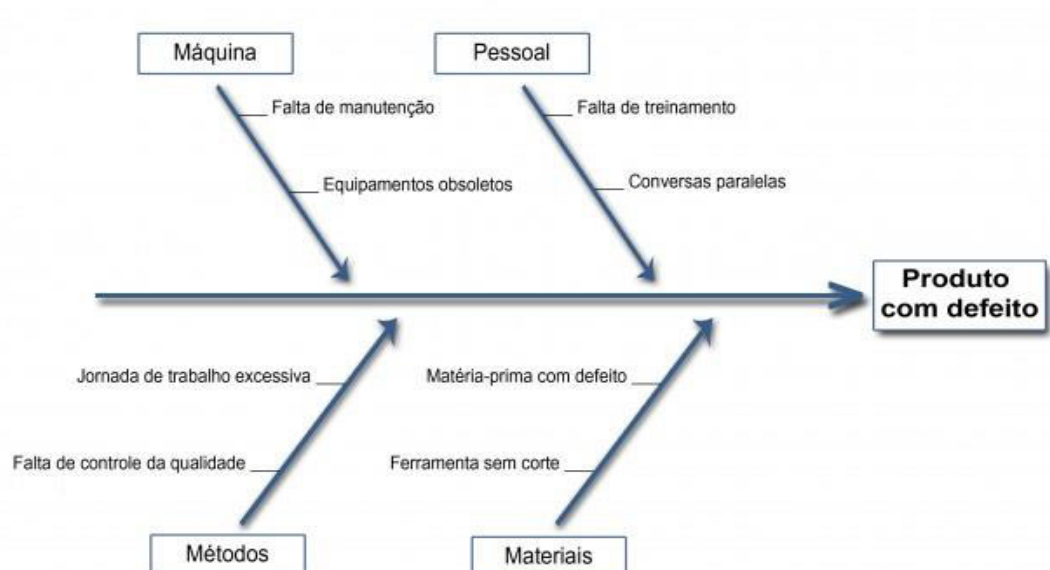
A espinha de peixe deve ser usada quando se necessita da verificação das possíveis causas de um problema, ou seja, ter a relação entre a causa e o efeito das não conformidades existentes. O diagrama de Ishikawa facilita a identificação das causas, que podem gerar um defeito, proporcionando assim um entendimento mais claro em relação as falhas e os fatores a serem estudados para a sua redução (CAMPOS,2004).

Segundo BARBOSA (2010), quando se precisa identificar, buscar e destacar todas as causas possíveis de um problema, deve-se utilizar o diagrama de causa e efeito, pois o mesmo é utilizado para visualizar as causas principais e secundárias de um problema, ampliando o ponto de vista das possíveis causas deste e aumentando a análise e o diagnóstico das soluções em busca da melhoria contínua.

Para Corrêa e Corrêa (2012), um interessante aspecto a ser observado é que este diagrama não mostra, entre as possíveis falhas, qual é a principal causa do problema. O mesmo apenas ordena os erros, facilitando a análise e a solução dos problemas. É possível utilizar o desdobramento das causas em diagramas secundários quando se quer estudar os problemas mais complexos, pois assim é possível evitar diagramas com excesso de informação.

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

Figura 7 – Exemplo de Diagrama de causa e efeito



Fonte: Adaptado de Ishikawa (1997)

De acordo com Paladini (2009), essa ferramenta é amplamente utilizada na busca de melhoria contínua, que é essencial para conduzir até as possíveis hipóteses que causam a anomalia. Para aplicação do Ishikawa, é recomendando realizar anteriormente um Brainstorming, pois esta técnica auxilia na estrutura do raciocínio das pessoas para encontrar as causas de um determinado efeito.

2.5.7 – 5W2H

Segundo BEHR (et al., 2008), cada uma das letras do 5W2H são de origem inglesa, e servem para auxiliar e desenvolver respostas estratégicas com o propósito de resolver uma tarefa, ajudando a segregação de tarefas em determinado processo e analisando o monitoramento de modo gerencial e de que modo os processos estão sendo desenvolvidos. A figura 8 resume o significado de cada letra:

Figura 8 – Explicação do 5W2H

Pergunta	Definição
<i>What</i> (O que)	Define o que será realizado, contendo a explicação a ser tomada, ou seja, que ação deverá ser executada.
<i>Who</i> (Quem)	Define quem será o responsável por realizar a ação. Cada ação deve ter apenas um responsável, como maneira de manter a credibilidade da execução da ação.
<i>Where</i> (Onde)	Define onde será executada a ação, podendo ser um local físico ou setor.
<i>When</i> (Quando)	Define quando será realizada a ação, com o prazo de início e fim da ação.
<i>Why</i> (Por que)	Define o propósito da realização desta ação, apresentando a finalidade da ação a ser tomada.
<i>How</i> (Como)	Define o detalhamento de como a ação será realizada.
<i>How Much</i> (quanto custa)	Define quanto será o custo da ação ser a realizada.

Fonte: O Autor

De acordo com Trivellato (2010), o 5W2H auxilia na organização com a apresentação das ações e na definição das responsabilidades, planejando as ações que deverão ser aplicadas. Essa técnica nada mais é que o *checklist* que descreve as atividades utilizadas para bloquear as causas. Logo após a coleta de dados, deverá ser criado um plano de ação, para evitar as possíveis dúvidas que possam surgir a respeito da realização de alguma ação pendente.

De acordo com Campos (2014), o método permite a definição do plano de ação capaz de excluir as causas apresentadas no diagrama de Ishikawa, e desta forma eliminar ou reduzir o problema prioritário. Por meio desta técnica é possível fazer o monitoramento das atividades, facilitando dessa forma a vida do gestor e dos responsáveis, que podem ver rapidamente o andamento das tarefas, assim como determinadas informações sobre as ações.

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

2.5.8 – Folha de Verificação

Segunda Werkema (1995), a folha de verificação pode ser uma tabela, uma planilha ou até mesmo um formulário, que tem como principal objetivo facilitar a análise de dados, evitando comprometer a análise e permitindo a imediata formação da situação, diminuindo assim os erros. Esta ferramenta da qualidade é utilizada para registro de dados, no qual os itens que deverão ser verificados já devem estar definidos, de forma que as informações sejam coletadas de forma rápida e muito precisa.

As folhas de verificação são indispensáveis para se obter qualidade, sendo utilizada para tornar a coleta de dados o mais fácil possível. Seu formato é livre, mas deve ser simples, de fácil manuseio e capaz de fazer a comparação entre o realizado e o planejado. Esta ferramenta, além de apoiar o monitoramento, ajuda a analisar a eficácia das ações corretivas implantadas. (MARIANI, 2005).

De acordo com Aguiar (2006), “o objetivo da ferramenta é organizar, simplificar e otimizar a forma de registro das informações obtidas por um procedimento de coleta de dados”. Permite uma imediata compreensão da realidade e uma ágil análise da situação, ajudando a reduzir erros. Portanto, a folha de verificação tornou-se uma excelente forma de registro e facilidade na organização dos dados, como pode-se ver no exemplo da figura 9.

Figura 9 - Exemplo aplicado de Lista de Verificação

LISTA DE VERIFICAÇÃO		
Estágio de fabricação: inspeção final		Data: 06/04/2006
Produto: plástico moldado		Seção: Expedição
Total Inspeccionado: 1.525		Inspetor: João
Lote: 2006A001		Turno: A
Defeito	Verificação	Subtotal
Marcas nas superfícies	☒☒☒L	17
Trincas	☒☒I	11
Peça incompleta	☒☒☒☒☒I	26
Deformação	☒	3
Outros	☒	5
TOTAL		62
Total Rejeitado	☒☒☒☒☒☒☒☒L	42

Fonte: Bastiani e Martins (2012)

2.5.9 – Histograma

O histograma, como as demais ferramentas da qualidade, é muito útil para a análise de dados, e substitui o uso de tabelas complexas, deixando as informações mais simples e compreensíveis. Geralmente é utilizado para representar uma grande classe de dados numérico.

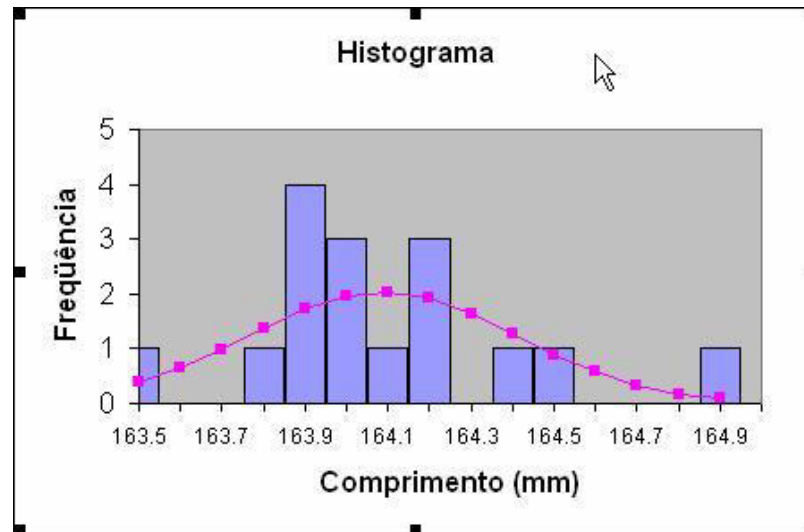
Montgomery (2012) cita que “o histograma é uma representação visual dos dados na qual podemos ver mais facilmente três propriedades: forma, posição ou tendência central espalhamento ou dispersão”. A construção do gráfico de histograma é feita a partir de tabelas com os valores de variáveis que se desejam analisar.

Ainda segundo Montgomery (2012), o histograma representa a frequência de ocorrências em uma observação dividida em classes. Para operacionaliza-lo, Montgomery (2012) dá alguns direcionamentos:

- Use entre 4 e 20 classes;
- Use classes do mesmo comprimento;
- Inicie o limite inferior da primeira classe ligeiramente abaixo do menor valor dos dados.

Na figura 10 tem-se um exemplo de um histograma com as suas classes definidas, e no eixo y encontram-se as frequências:

Figura 10 – Exemplo de Histograma



Fonte: Adaptado de Montgomery e Runger (2002)

2.6 Conceitos de Desperdício e seus malefícios

2.6.1 Os conceitos de desperdício

O conceito de desperdício vem sendo estudados desde a época de Henry Ford, como ele mesmo relatou em seu livro “Princípios da prosperidade”, em que sentiu necessidade de cuidar melhor do emprego dos recursos de sua empresa, diagnosticando falhas de fabricação que desperdiçassem os escassos recursos disponíveis.

Segundo Lopes de Abreu (1990):

“O desperdício é o uso dos recursos disponíveis de forma descontrolada, abusiva, irracional e inconsequente. É o uso sem necessidade, sem finalidade e sem objetivo definido. É o usar só para gastar, para mostrar a posse de alguma coisa. O desperdício não está ligado, necessariamente, ao uso da quantidade acima das necessidades que se tem. Às vezes se gasta pouco, mas se gasta mal, e isso também é desperdício. Pode se manifestar através do uso de recurso em quantidades e especificações diferentes das que são necessárias. Quando quantidade e qualidade estão acima do necessário, depara-se com as sobras, com o uso desnecessário e com custos exagerados. São as chamadas ‘gorduras’. Se a utilização é abaixo das necessidades, têm-se resultados deficientes e que não satisfazem. “

De acordo com SUSHIL (1990 Apud Reis, 1994), se identifica como desperdício todo tipo de produto “jogado fora”. O seu enunciado considera implícito: os recursos gastos além do necessário; os gastos aquém do necessário, porém, mal-empregados com prejuízo para a qualidade do produto; o uso indevido dos recursos disponíveis, bem como o uso dos recursos errados; o uso pelo uso.

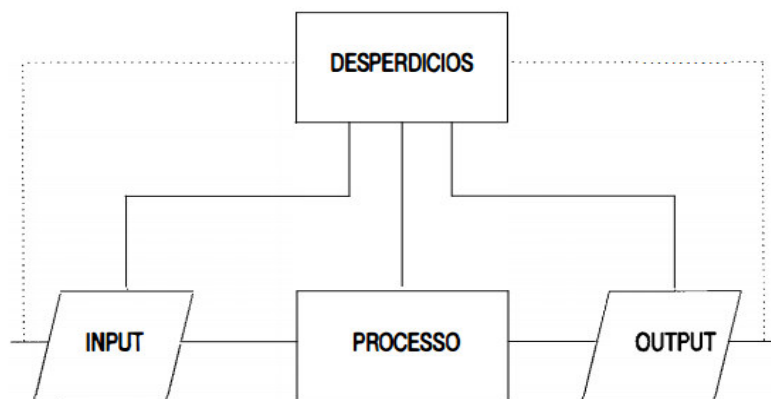
Uma outra definição considerada importante é a de SUZAKI (1987), homem da fábrica da Toyota, mais voltado para o lado operacional:

“Será tanto melhor, quanto menos se usa de equipamentos, materiais, peças, espaço de tempo de mão-de-obra, de acordo com o absolutamente essencial para adicionar valor ao produto. Se não for assim, é desperdício.”

2.6.2 Malefícios dos desperdícios

Ainda segundo Sushil (1990), do ponto de vista da concepção sistêmica, se considera desperdícios quando as quantidades introduzidas (*Inputs*), no subsistema de produção (processos), não correspondem ao mínimo e ao estritamente necessário para a fabricação dos produtos (*Outputs*). Do ponto de vista de Lopes Abreu (1990), que entende por desperdícios não só o fato de se gastar mais, mas também gastar menos, porém, comprometendo-se a qualidade do produto, a definição de Sushil é satisfatória. O processo de entrada, processo e saída é exemplificado na figura 11.

Figura 11 - Sistema *Input* – Processo - *Output*



Fonte: Sushil (1990)

Conforme Hay (1988, Apud Reis, 1994)), as atividades que não modificam fisicamente um produto não lhe agregam valor, são apenas custos. São, portanto, desperdícios, passíveis de eliminação, atividades como inspeção, mover algo de um lado para o outro, armazenamento, dentre outras atividades, muitas das quais auxiliares da produção, enquadram-se perfeitamente no conceito de desperdícios.

Sushil (1990) reforça que alguns desperdícios são inevitáveis no funcionamento de qualquer empresa. Sendo assim, de preferência, o objetivo principal de qualquer administração deveria ser reduzir ao máximo todas as formas de desperdício, de modo a ser fazer melhor uso dos recursos disponíveis

Para Deming (1986, Apud Reis, 1994), os esforços no sentido de reduzir, ou cortar, ou eliminar os desperdícios não podem parar, devendo funcionar como uma espécie de *Kaizen* dos desperdícios, isto é, uma melhoria contínua dos níveis de desempenho da empresa, através do diagnóstico e da prática de programas de redução de desperdícios. A cada novo padrão de desperdícios atingidos, outros padrões seriam estabelecidos, e eles seriam cada vez mais altos, representando níveis de desempenho constantemente melhores.

O sistema cada vez mais aperfeiçoado aproveitaria melhor o *input* total, produzindo mais *outputs* desejáveis ou úteis, com os mesmos recursos, ganhando com isso a empresa, os clientes, a natureza e toda a humanidade (Sushil, 1990).

3 Estudo de Caso

3.1 – Caracterização da Empresa

A empresa em estudo foi fundada em 2010, iniciando suas operações em 2012, e tem como área de atuação a manufatura de pás para turbinas de geração de energia eólica e o serviço de manutenção das mesmas. A organização produz em três turnos e conta com uma equipe altamente qualificada, composto por mais de 1500 funcionários, com capacidade para agregar valor e capacidade ao produto. O grande desafio da empresa é buscar seu espaço em um mercado que possui mais de 200 mil turbinas eólicas ativadas no mundo.

Segundo dados da ABEólica (2013), Entre 2007 e 2013, a produção anual de energia proveniente de aerogeradores mais do que triplicou, passando de 93.000 *Megawatts (MW)* para 318.000 *Megawatts (MW)*. No Brasil, esse mercado também vem em crescente, pois a previsão é de que o país passará dos atuais 8,7 mil MW em 2016 para 24 mil MW nos próximos oito anos, representando 11,5% de toda a energia gerada no país até 2024. Até o fim

do ano de 2016, a capacidade instalada deve chegar a 11 mil MW. A energia proveniente das forças dos ventos é a que representa maior crescimento no país, aumentando 57% da capacidade instalada de 2015 em relação a 2014. No ano de 2015 foram inauguradas mais de 100 usinas eólicas em todo o país, com investimentos estimados de R\$ 19,2 bilhões de reais.

Neste cenário de crescimento econômico do setor de energia eólica, foi fundada a empresa em estudo, que atualmente tem capacidade para produzir 2000 pás por ano, advindas de 3 clientes, até o momento, e mais um com operação iniciando no segundo semestre de 2016. São fabricados 4 modelos de pás, 1 para cada cliente, com os comprimentos de 62 metros, 56 metros e 57 metros, sendo estes distribuídos em usinas eólicas tanto do Brasil, como em diversos países do mundo em que os clientes da empresa possuem atuação. No Brasil, a maioria das pás da empresa estão concentradas da região sul do país.

Estrategicamente localizada a apenas 15 quilômetros do Porto do Pecém, a empresa está inserida no mercado de energia eólica com um preço competitivo em relação aos concorrentes, e vem em um crescente de faturamento de cerca de 47% ao ano. Sua missão e visão estão vinculadas ao programa estruturado na empresa no ano de 2015, chamado ventos do futuro, cujas metas a serem alcançadas até 2018 são:

- Ser umas das 10 melhores empresas para se trabalhar no Ceará
- Ser uma das 100 empresas mais sustentáveis do Brasil
- Ser umas das 1.000 maiores empresas do Brasil

Todas essas metas são sustentadas nos pilares:

- Qualidade
- Segurança
- Finanças
- Sustentabilidade
- Pessoas

Todos os pilares estão baseados no 5S, pois a empresa acredita que realizando os 5 sentidos como base, alcançará seus resultados de forma duradoura e eficaz. O negócio da empresa é focado em energia renovável, assim a mesma busca um compromisso com a sustentabilidade em todos os passos da fabricação, da movimentação e da instalação, garantindo o melhor para os colaboradores e também para a população.

3.2 – Caracterização do Produto

As pás para turbina eólica produzidas na empresa em estudo são compostas principalmente por fibra de vidro ou fibra de carbono (50%), Resina Epóxi (35%), Material de núcleo de PVC e madeira balsa (5%), adesivo estrutural (3%), tintas (2%) e outros (5%).

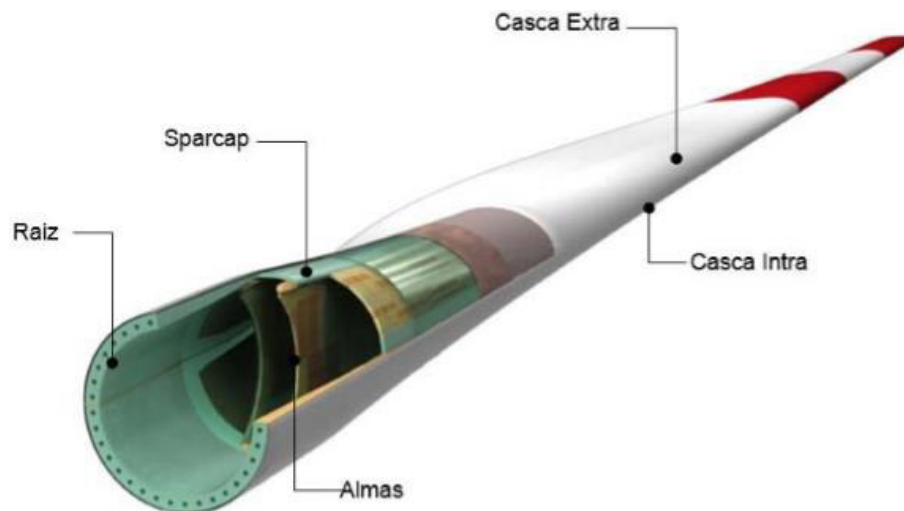
A composição da pá, como mostra a figura 12, é feita com fabricação de componentes separadamente, para depois ser montado o produto final. Pode-se classificá-los em pré-fabricados e componentes principais. Os pré-fabricados são listados abaixo:

- Raiz intra e Raiz extra
- *Sparcap* intra e *Sparcap* extra
- 4 Peças de Almas

Os componentes principais são:

- Casca Pressão
- Casca Sucção

Figura 12 – Componentes de uma pá Eólica



Fonte: Empresa em estudo (2013)

Outra característica importante do produto para entendimento do trabalho, é a definição do Raio da pá. O raio é a medição longitudinal em milímetros da raiz, que é no início da pá, até a ponta, então quando se fala no raio 8000, por exemplo, estamos falando da região

que está à 8000 milímetros (8 metros) da raiz da pá. O raio é tão cumprido quanto o comprimento da pá, onde o raio de valor máximo é a ponta, também chamada de *tip*, que define o seu comprimento.

Todos os produtos que compõe uma pá eólica encontram-se em uma lista técnica, que nada mais é que uma lista que mostra todos os produtos que precisam ser utilizados no processo de fabricação da pá com as suas respectivas quantidades exatas de consumo. Caso a quantidade consumida esteja abaixo na lista técnica, o produto pode apresentar defeito, caso esteja acima, significa que está sendo consumido mais que o necessário e que é preciso reduzir o consumo.

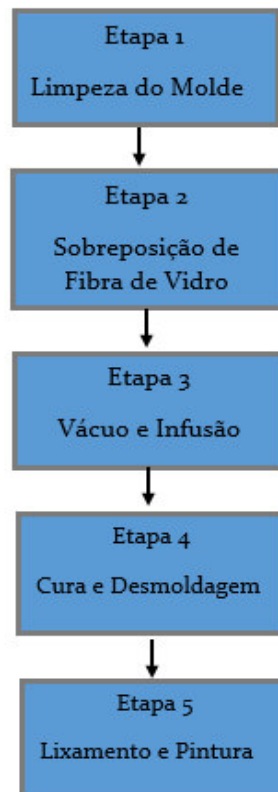
Dentro da empresa, a pá é transportada entre os setores, como por exemplo no transporte dos pré-fabricados até a casca para colagem ou no transporte da pá fechada para o carregamento ao cliente, através de pontes rolantes, que tem capacidade de transportar cargas de muitas toneladas.

3.3 – Caracterização do Processo Produtivo

A figura 13 representa de uma maneira didática o processo produtivo da produção de uma pá eólica. Na primeira etapa, deve-se fazer a limpeza dos moldes das cascas, retirando restos de resina, fibra de vidro, entre outros resíduos. A limpeza do molde deve ser muito bem feita para que não permaneça nenhuma sujeira na superfície, caso contrário, acumulam-se materiais de peças anteriores, contaminando as novas peças. Após limpar o molde, ocorre a segunda etapa, que é a sobreposição de camadas de fibra de vidro ou fibra de carbono.

Após a segunda etapa concluída, inicia-se a terceira etapa, que é a de vácuo e infusão, na qual ocorre a montagem do plano de infusão. Este plano será responsável por espalhar de maneira homogênea a resina pelas camadas de fibra de vidro. Consequentemente, coloca-se um plástico inerte a resina sobre toda a extensão do molde, para que ocorra o processo de retirada do ar, ou seja, forma um bolsa de vácuo sobre o molde.

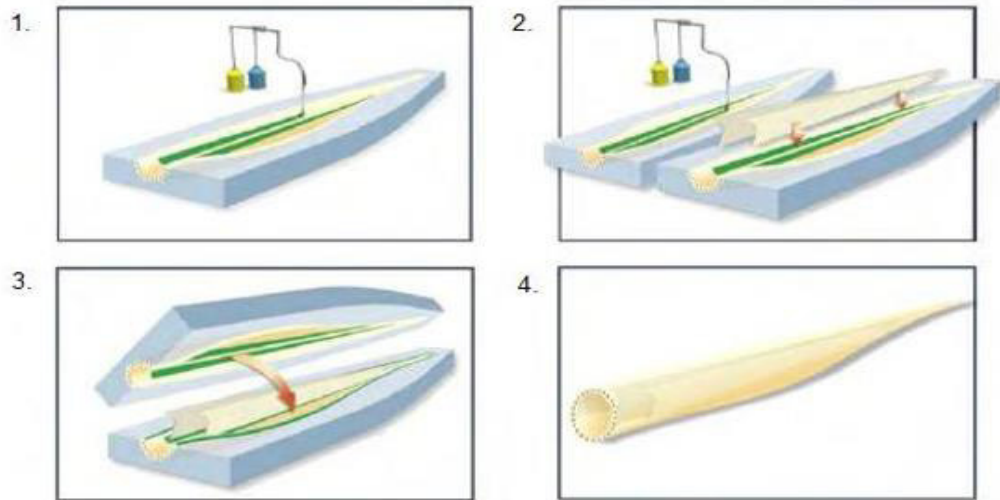
Figura13 – Processo de fabricação da pá eólica



Fonte: O Autor

Posteriormente, acontece o processo de infusão (Figura 14.1), no qual é aplicada a resina uniformemente por toda a casca. A casca passa por um processo de cura, no qual se solidifica as camadas de tecidos, e conseqüentemente, endurece as mesmas. Após a cura, as almas que promovem um apoio adicional em flexão e cisalhamento são colocadas em uma das cascas (Figura 14.2), e depois desta etapa, o molde é fechado (Figura 14.3). Finalmente, as cascas são coladas, apresentando o produto em seu formato final (Figura 14.4), e em seguida, a pá é retirada do molde, em um processo conhecido como desmoldagem. No último passo, a pá é pesada, lixada, pintada e embalada para ser entregue ao cliente.

Figura 14 – Esquema de Fabricação de Pás Eólicas



Fonte: Hustman (2015)

São feitas inspeções de qualidade durante todo o processo, e um dos mais conhecidos é o teste de ultrassom, que literalmente realiza ultrassom em toda a pá para identificar *gaps*. Durante esse processo, podem ser identificados reparos necessários, onde é refeito o processo de infusão para a pá ficar exatamente conforme as exigências do cliente. Outro teste que é realizado é o de vácuo, que identifica se ficaram bolhas de ar na pá no processo de infusão. O cliente possui representantes dentro da fábrica que acompanham todo o processo produtivo.

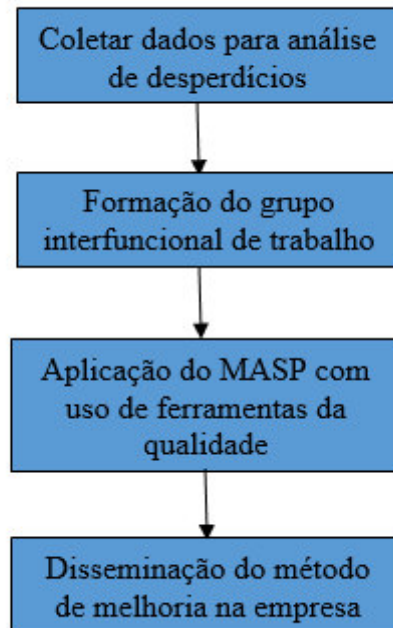
O processo de carregamento da pá é muito delicado, já que a mesma pesa cerca de aproximadamente 30 toneladas e tem em média 60 metros de comprimentos. O transporte é feito em um carro que, por lei, tem que contar com um carro “batedor” na frente e atrás, ou seja, um carro guia na parte frontal e traseira. Porém, o processo e a logística de transporte da pá é de total responsabilidade do cliente, não tendo a empresa, nenhuma decisão sobre isto.

3.4 – Estrutura do Estudo de Caso

O seguinte trabalho se desenvolveu com a aplicação do ciclo PDCA para o problema de excesso de consumo de Massa de Colagem, matéria prima específica usada no processo de fabricação de pás eólicas, com foco na redução dos desperdícios. Este trabalho se deu com utilização de um grupo interfuncional de resolução de problemas, também chamado na empresa de grupo de melhoria.

A metodologia aplicada foi o MASP, em suas respectivas fases, seguindo o fluxo do PDCA, com etapas anteriores e posteriores que facilitaram a implantação. Na figura 15, o fluxograma descreve as etapas de realização do trabalho.

Figura 15 – Etapas do Estudo de Caso



Fonte: O Autor

3.4.1 – Etapa 1: Coleta de dados para análise de desperdícios

A coleta do histórico de consumo de Massa de colagem é a etapa em que serão coletados todos os dados de uso de massa no horizonte de um ano, de janeiro de 2015 a janeiro de 2016. Esses dados foram retirados do próprio *software* da máquina, que após a finalização da atividade, já emitiu todos os consumos em Quilograma. Esta etapa precisou ser realizada para que tivéssemos números confiáveis que nos permitiram fazer análises precisas de porque o consumo estava acima do esperado.

3.4.2 – Etapa 2: Formação do Grupo Interfuncional de Trabalho

Esta etapa consistiu em formar um grupo interfuncional de trabalho, que foi formado por várias áreas da empresa que estavam envolvidas no processo de fabricação que

utiliza massa de colagem. Isto foi feito através de reuniões semanais que garantiam o acompanhamento das ações, com a intenção de que cada um, na sua área de conhecimento e atuação, pudesse contribuir na resolução rápida e eficaz do problema de alto consumo.

3.4.3 – Etapa 3: Aplicação do MASP com uso de ferramentas da Qualidade

Esta etapa consistiu na implantação da metodologia de análise e solução de problemas, que foi realizada com base nas etapas do ciclo PDCA e com auxílio do uso das ferramentas da qualidade. Esta etapa foi realizada para que chegássemos a causa raiz do problema e atingíssemos o objetivo final de reduzir o consumo.

No quadro 2, podemos observar as etapas da aplicação da metodologia MASP, e sua correlação com o PDCA e as ferramentas da qualidade.

Quadro 2 – Etapas de Aplicação do MASP

Fase	Descrição	Ferramentas da Qualidade Utilizadas
Identificação do Problema	Definição dos problemas	Gráfico de Pareto
Observação	Análise do problema definido	Estratificação, gráfico de Pareto
Análise	Análise e identificação das causas	<i>Brainstorming</i> , gráfico de Pareto
Plano de Ação	Estabelecimento do Plano de Ação para melhoria	5W+2H
Execução	Execução do Plano	-
Verificação e atuação corretiva	Após as ações tomadas, verifica-se a eficácia destas	Gráficos de controle, histogramas
Padronização	Elaboração de padrões, treinamentos e criação de controles	Gráfico de controle
Conclusão	Levantamento dos resultados alcançados	-

3.4.4 – Etapa 4: Disseminação do método de melhoria na empresa

Esta etapa consistiu na disseminação da melhoria em um programa de melhores práticas, para estimular os funcionários a sempre manterem um baixo nível de consumo de matéria prima. Foram utilizados diversos métodos de estímulos aos operadores, que os mantivessem sempre motivados e aptos a consumirem a menor quantidade de matéria prima durante a produção, além de um programa de valorização de ideias.

3.5 – Etapa 1: Coleta de dados para análise de desperdícios

A massa de colagem é retirada de uma máquina chamada misturadora de massa, mostrada na figura 16. Nesta máquina, existe um *software* instalado, que faz a contagem de consumo desde o início da aplicação, até o fim da aplicação da massa para o fechamento e emite suas informações em um pequeno painel portátil. Para que os dados pudessem ser consolidados e estudados, foi elaborado um formulário, também conhecido como folha de verificação, para acompanhamento da máquina misturadora de massa.

Essa folha de verificação, que é ilustrada na figura 17, foi elaborada com a colaboração de todos os operadores, que participaram de uma sessão de *brainstorming*, em que citaram todos os pontos importantes de verificação. O operador de cada turno passou a receber essa folha, e nela contém um *check list* com itens básicos, como se a máquina foi desligada da maneira correta, qual a temperatura da massa de colagem, se todos os dispositivos de segurança da máquina estavam devidamente acionados, e também a quantidade de massa de colagem consumida no turno.

No turno administrativo do dia seguinte, a analista do setor recolhia os formulários e consolidava todos os dados uma planilha, que se transformou no objeto de estudo para aplicação do MASP, pois no mesmo podia-se identificar um claro desvio de consumo em relação ao orçado, e além disso, o formulário tornou-se objeto para identificação de causas paralelas que podiam estar causando problemas de alto consumo, como, por exemplo, a temperatura da massa de colagem no momento da colagem.

Figura 16 – Máquina misturadora de massa de colagem



Fonte: O Autor

Figura 17 – Folha de verificação do uso da massa de colagem

Formulário - Uso da Máquina de Colagem	
Dia: _____	
Turno: _____	
Cliente: _____	
Molde: _____	
1- O botão liga/desliga está devidamente acionado?	
2- O sensor de segurança está funcionando? (Teste)	
3- Existem riscos visíveis na atividade?	
4- Todos os EPI's estão sendo utilizados?	
5 - Qual a temperatura da massa de colagem?	
6- Qual o consumo da massa de colagem (Em kg) no fechamento?	
7- Após o fim da atividade, a máquina foi desligada?	
8- Raios da pá com desvio: _____	
9- Operador Responsável: _____	
10 - Data de entrega: _____	

Fonte: O Autor

3.6 Etapa 2: Formação dos grupos interfuncionais de trabalho

Para que o MASP fosse aplicado da melhor maneira possível, sendo aplicado em todas as suas etapas e com a colaboração de todos que são especialistas em cada assunto, foi criando um grupo interfuncional de trabalho. Esse grupo envolveu pessoas das seguintes áreas:

- Engenharia de Processos
- Engenharia da Qualidade
- Engenharia do Produto
- Produção
- Planejamento e Gestão
- Consultoria especializada em gestão da rotina

Essa configuração foi definida para que todos que tem algum envolvimento com o processo de colagem estivessem presente, no intuito de enriquecer as informações técnicas e também ganhar tempo de análise. Esse grupo segue uma rotina de reuniões de duas horas a cada uma semana. O líder do grupo, que fazia parte do time de planejamento e gestão, e este autor, como participante, eram responsáveis por elaborar as análises do fenômeno e estratificação dos dados antes das reuniões iniciarem, e após o início das reuniões, realizar análise de causa, proposição das ações, execução das ações, verificação, e quando validada a eficácia das ações, iniciou-se a padronização. Além das funções citadas, o líder comandava a reunião e avaliava os itens de controle do projeto, fazendo comparação de eficácia das ações. No quadro 3, tem-se o cronograma em que o projeto foi realizado.

Quadro 3 – Cronograma do Grupo de Trabalho

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Levantamento das informações	X	X							
Análise do Fenômeno			X	X					
Análise de causa			X	X					
Execução das ações				X	X	X	X		
Verificação das ações				X	X	X	X		
Padronização								X	
Definição de itens de controle								X	
Acompanhamento dos IC's								X	X
Implantação do programa melhores práticas								X	X

Fonte: O Autor

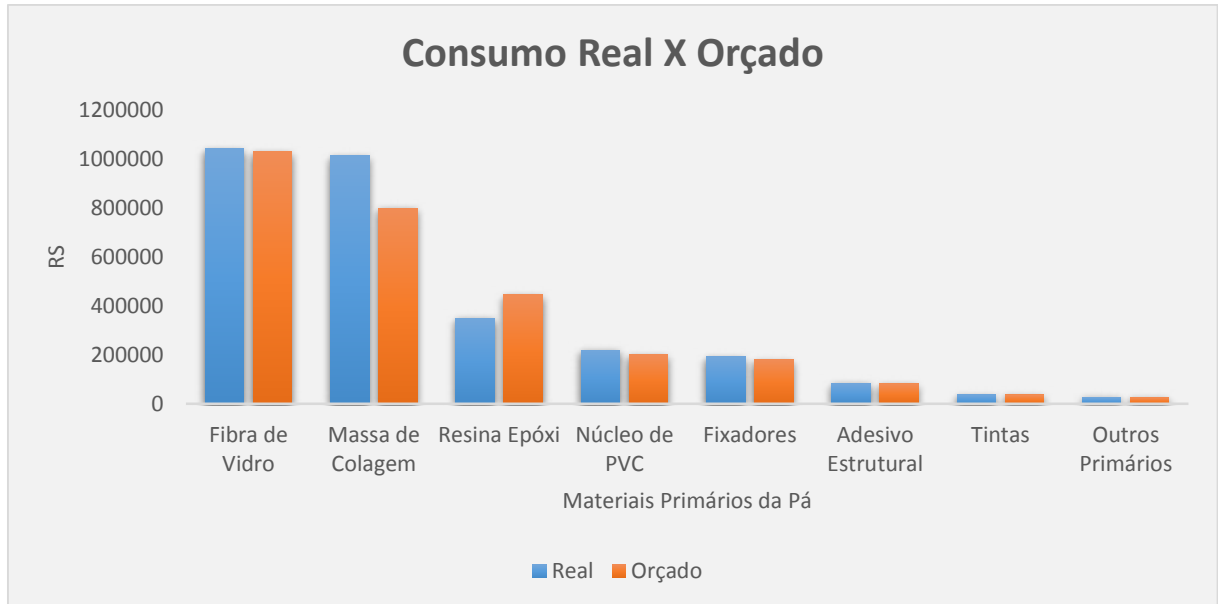
3.7 Etapa 3: Aplicação do MASP com uso das Ferramentas da Qualidade

3.7.1 Identificação do Problema

Para identificação do problema, iniciou-se pela análise do indicador desvio de consumo, que mostra em um gráfico de Pareto quanto o desvio de consumo de vários materiais diretos estourou em relação ao orçado para o mês.

Com o gráfico 1, obteve-se uma comparação entre os principais consumos de materiais utilizados na pá, para atuar naquele que se teve mais desvio do consumo real com o orçado.

Gráfico 1 – Comparação entre o consumo real e o orçado de materiais diretos

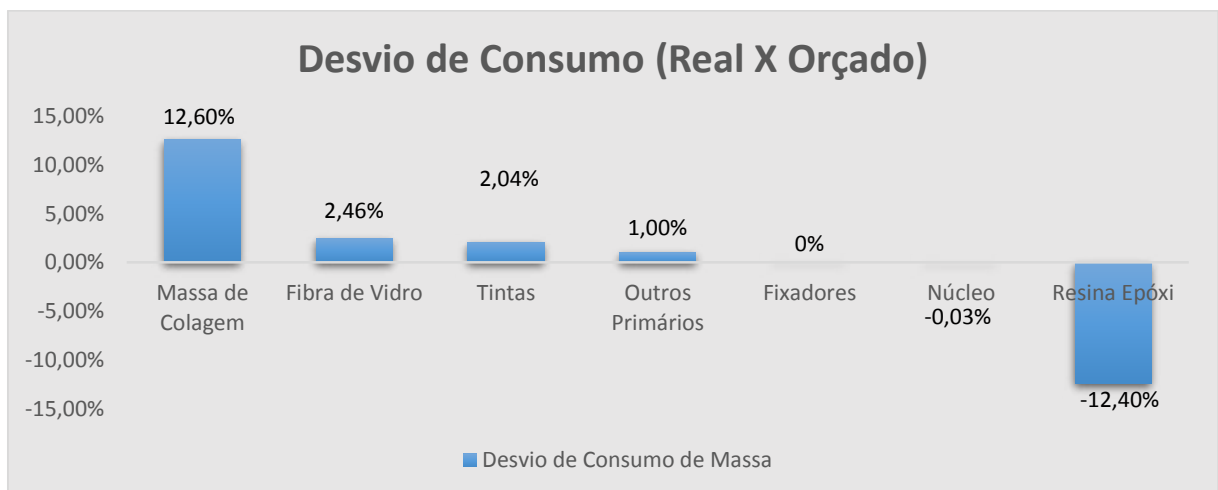


Fonte: O Autor

Pôde-se perceber que o maior desvio do orçado em relação a meta é de massa de colagem, e que sinaliza a necessidade de atuar neste problema de forma mais específica.

No gráfico 2, observou-se também uma comparação, em porcentagem, dos materiais que mais desviam em relação ao consumo orçado.

Gráfico 2 – % de Desvio dos Materiais Diretos (Real X Orçado)



Fonte: O Autor

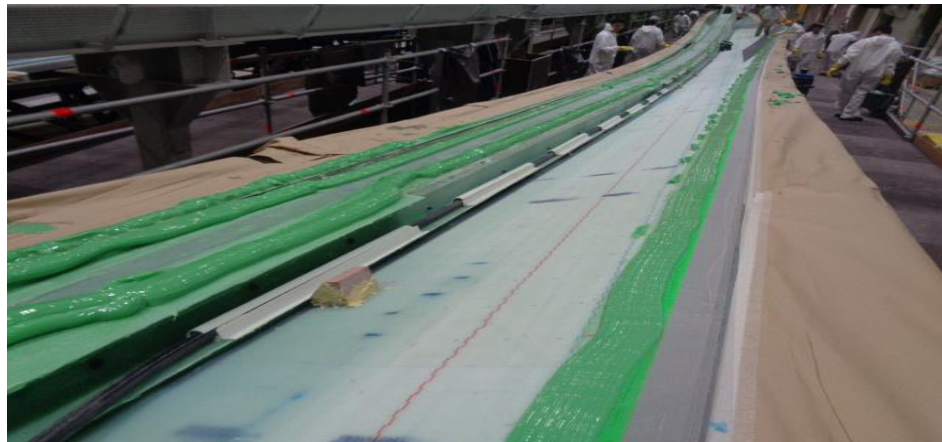
Também foi observado que o maior desvio de consumo em porcentagem é de massa de colagem. Dessa forma, o problema é definido como: Alto consumo de massa de colagem em relação a meta, gerando um aumento significativo de orçamento.

3.7.2 Observação (Análise do fenômeno)

Na fase de observação fez-se necessário ir a campo para entender como é o processo de colagem e fechamentos das pás. Primeiramente, foi observado a quantidade de massa que era utilizada, oriunda das etapas do processo de fabricação da pá para turbinas eólica.

Na figura 18 foi registrado o momento de fechamento da pá, que é o processo que mais consome massa de colagem durante a operação. Foi possível observar o processo de aplicação de massa de colagem em toda a borda da pá eólica.

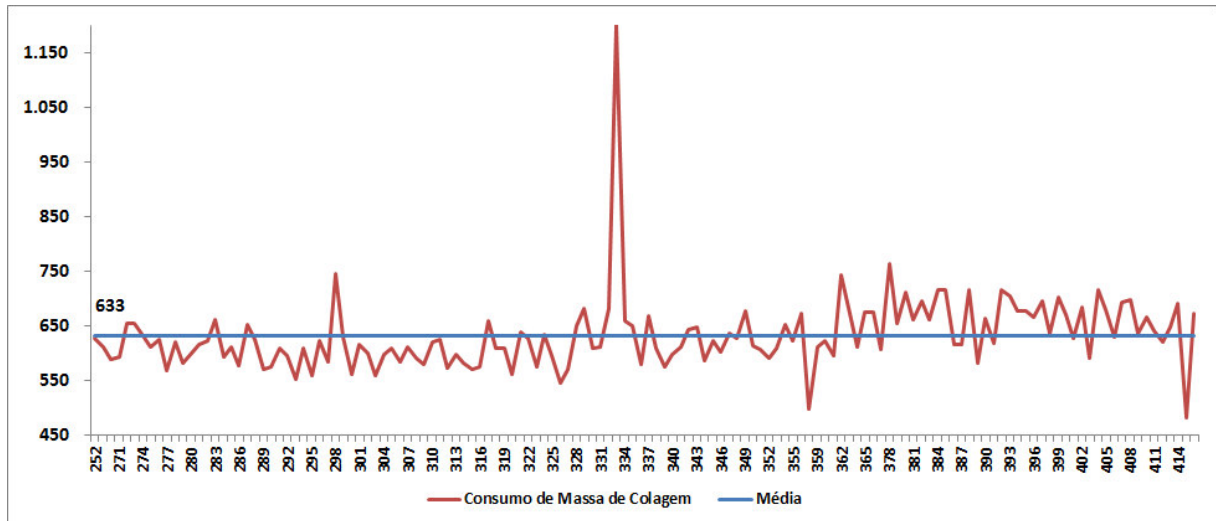
Figura 18 – Processo de Colagem e Fechamento da Pá Eólica



Fonte: O Autor

A partir da coleta dos dados, foi feito um estudo para observar a quantidade de massa de colagem utilizada por pá, para estimar-se a variação de consumo. O gráfico 3 apresenta o consumo de massa de colagem rateado por pá, e através dele, foi possível analisar os desvios de consumo por unidade produzida.

Gráfico 3 – Consumo de massa de colagem por pá



Fonte: O Autor

Para a análise não foi levada em consideração a pá 334, pois a mesma passou por retrabalho e teve um consumo de massa fora da curva. Selecionou-se então as pás com maior número de excesso de consumo de massa e fez-se um levantamento de qual região (Raio) da pá se encontravam os maiores desvios de consumo. O gráfico 4 mostra a divisão de consumo de massa por raio de aplicação.

Gráfico 4 – Frequência de desvio de consumo por raio



Fonte: O Autor

Pode-se constatar que as regiões que possuem maior consumo de massa de colagem são do Raio 18000 até o raio 57000. A região mais próxima da extremidade mais grossa da pá necessita de maior quantidade de massa de colagem, que é justamente próximo ao fim da pá.

Com as informações levantadas e as regiões de maior consumo claramente definidas, pôde ser investigado o problema com maior detalhe para que se encontrassem as causas. Outros resultados puderam ser concluídos com essas análises, e pôde-se tomar decisões de ver e agir, ou seja, ações imediatas, que impactaram nas posições definidas.

3.7.3 Análise da Causa

Para se obter dados completos, a análise de causa foi feita baseada em fatos e dados, além de testes de produção. Quanto ao processo de análise, foi importante observar que mesmo estando presente formalmente na terceira fase, a mesma foi aplicada durante todas as outras fases, com o intuito de melhorar continuamente a aplicação do MASP.

A primeira análise realizada foi a partir da região do raio que ocorreu mais excesso de consumo de massa, que foi entre o raio 18000 e o raio 52000, ou seja, mais próximo da raiz da pá. Foi feito um *brainstorming* com o grupo interfuncional para identificar as possíveis causas de excesso de cola nesta região. No quadro 4, foram coletados os principais dados obtidos durante a chuva de ideias dos participantes.

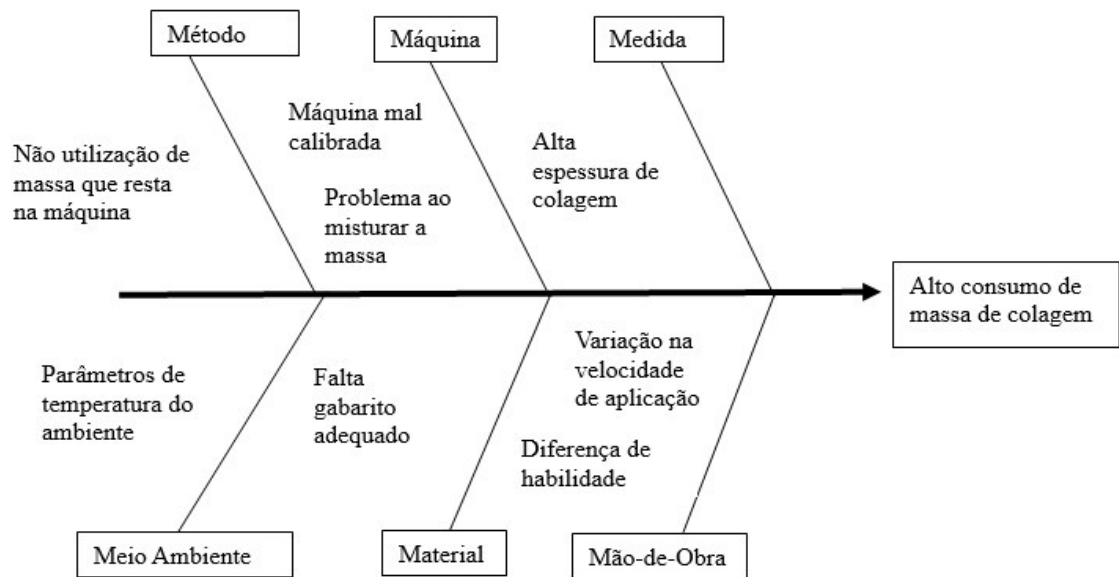
Quadro 4 – Causas de Excesso de Consumo de Massa de Colagem

Causas
Alta espessura de colagem - aproximadamente 7-10 mm (regulagem das almas)
Falta dispositivo de gabarito adequado
Há mais largura de colagem do que gabaritos
Diferença de habilidade entre aplicadores (treinamento da operação)
Variação da velocidade de aplicação
Parâmetros de temperatura da massa

Fonte: O Autor

A partir dessa sugestão de possíveis causas, foi montado o diagrama da Ishikawa, presente na figura 19, que procura os principais problemas que estão causando desperdícios no processo de fabricação.

Figura 19 – Diagrama de Ishikawa com as causas de excesso de massa de colagem



Fonte: O Autor

Considerando-se as análises coletadas, percebeu-se que os maiores problemas estão relacionados a variação da espessura da massa de colagem aplicada, como também ao dispositivo de gabarito, que dá a quantidade correta de massa a ser aplicada. Os mesmos encontravam-se em quantidade insuficiente ou não atendiam ao requisito desejado, ou seja, o gabarito, que deveria ser a medida correta de aplicação, estava propiciando aplicar mais que o necessário.

No gráfico 5 foi observado a relação entre a quantidade de massa aplicada e o desvio de espessura, percebendo-se então, quais os raios ou regiões da pá com maior espessura de aplicação

Gráfico 5 – Correlação entre a quantidade de massa aplicada e o desvio de espessura



Fonte: O Autor

Pôde-se perceber através da observação do gráfico que as maiores espessuras de massa de colagem aplicadas se encontram entre os raios 39000 e 59000, ou seja, na ponta da pá, que é a região mais sensível durante o fechamento da mesma.

Para melhorar o nível de análise da causa do alto consumo de massa na aplicação, foi utilizado o método dos 5 “Porquês”. No quadro 5, foi tabulado a formulação das principais causas de alto consumo, até chegar-se na causa fundamental.

Quadro 5 – Aplicação do método dos 5 “Porquês”

O consumo de massa de colagem está acima do estimado	
1º Porquê	O consumo de massa nos Raios finais da pá estão altos
2º Porquê	A espessura da camada de massa está acima do especificado
3º Porquê	A aplicação está sendo feita de forma padronizada
4º Porquê	O gabarito está fora do especificado e os operadores não estão suficientemente treinados

Fonte: O Autor

Conclui-se que a região que tem maior consumo de massa de colagem é também a região que tem maior desvio de espessura, o que é propiciado pela confiabilidade incerta do gabarito, mas não se pode afirmar que esta é a única causa, pois existem regiões que ocorrem desvio de aplicação de massa, porém não ocorrem desvio na espessura da massa.

Essa é configurada como a causa principal do problema, porém não é a única, pois outras causas foram levantadas no brainstorming, como a diferença da habilidade entre os operadores e a variância na velocidade de aplicação. Na fase seguinte, a do plano de ação, foi realizado o plano para mitigação das falhas.

O que entra como segunda causa principal, é justamente a falta de treinamento da operação, para que existisse um trabalho homogeneizado, pois foi percebido que a velocidade e a forma de aplicação não eram uniformes, e foi proposto um novo método de treinamento prático, que entrará no plano de ação.

3.7.4 Plano de Ação

O plano de ação foi criado não somente para atuar na causa do problema, mas também como ferramenta de controle das ações do grupo interfuncional. Por ser o grupo composto por muitas pessoas, fez-se necessário a gestão das atividades realizadas por cada participante do grupo. Todas as ações da reunião anterior são acompanhadas no início da próxima reunião, assim como são descritas novas ações para a reunião vigente no fim da mesma.

A empresa possui uma planilha padrão para inserir ações, e como a ação é de um grupo interfuncional, a mesma possui diversos responsáveis de diversas áreas.

O quadro 6 apresenta exemplos de algumas ações inseridas durante a realização dos trabalhos.

Quadro 6 – Plano de Ação para Acompanhamento das ações

CAUSA	CAUSA RAIZ	AÇÃO	QUEM	Início Planejado	Termino	Status
Gabaritos com formato que propiciam a fuga da massa pelas laterais	Produção tem dificuldades em diferenciar visualmente qual gabarito é de cada cliente	Realizar a marcação dos gabaritos existentes com a identificação AW e WB	Coord. Manut.	23-Mar-16	23-Apr-16	OK
Gabaritos com formato que propiciam a fuga da massa pelas laterais	Necessidade de identificar de forma detalhada em que regiões da pá os desvios são maiores	Acompanhar a aplicação a cada 5 metros do gabarito existente para aplicação de massa	Coord. Eng.	25-Mar-16	27-Apr-16	OK
Necessidade de melhor controle do consumo da massa	Necessidade de identificar as regiões de forma detalhada.	Apontar o consumo de massa por região da pá	Líder Prod.	23-Mar-16	2-May-16	OK
Falta dispositivo adequado (mais gabaritos)	Gabaritos utilizados atualmente não são suficientes para a aplicação ótima	Fabricar os gabaritos de teste de colagem	Coord. Manut.	23-Mar-16	2-May-16	OK
Falta de padronização do processo de aplicação de massa	Falta de treinamento dos operadores	Treinar os colaboradores na aplicação de massa	Anal. De Trein.	25 – Mar - 16	26 – Mar – 16	OK

Fonte: Empresa em estudo (2016)

É possível perceber que o quadro refletiu nas ações as necessidades de resolução das causas fundamentais dos problemas já detectados.

A partir das ações sugeridas e decididas no plano de ação, que é ferramenta baseada no 5W2H, iniciou-se a fase de plena execução.

3.7.5 – Execução

Para executar as ações, foi criado um fluxo a ser seguido:

- 1- Criar desenhos, registros e especificações para preparar a mudança no processo produtivo;
- 2- Acompanhamento da implementação das ações
- 3- O time de engenharia valida as alterações realizadas durante a execução das ações;
- 4- As mudanças são registradas no livro de materiais, juntamente com a mudança da quantidade de materiais consumidos;
- 5- Após verificada a eficácia das ações implementadas, as mesmas foram registradas nos procedimentos operacionais padrões.

As principais ações realizadas, ou seja, aquelas que trouxeram mais resultados, foram:

- Fabricar os gabaritos de teste de colagem, pois desta maneira, foi padronizar a maneira de preencher o espaço com a massa de colagem
- Treinar os colaboradores na aplicação de massa, pois desta forma o trabalho ficou padronizado nos três turnos, homogeneizando o processo de aplicação.

Logo após a execução das ações do plano de ação, é necessário verificar a eficácia das mesmas, que é uma atividade prevista no próximo passo.

3.7.6 Verificação das Ações

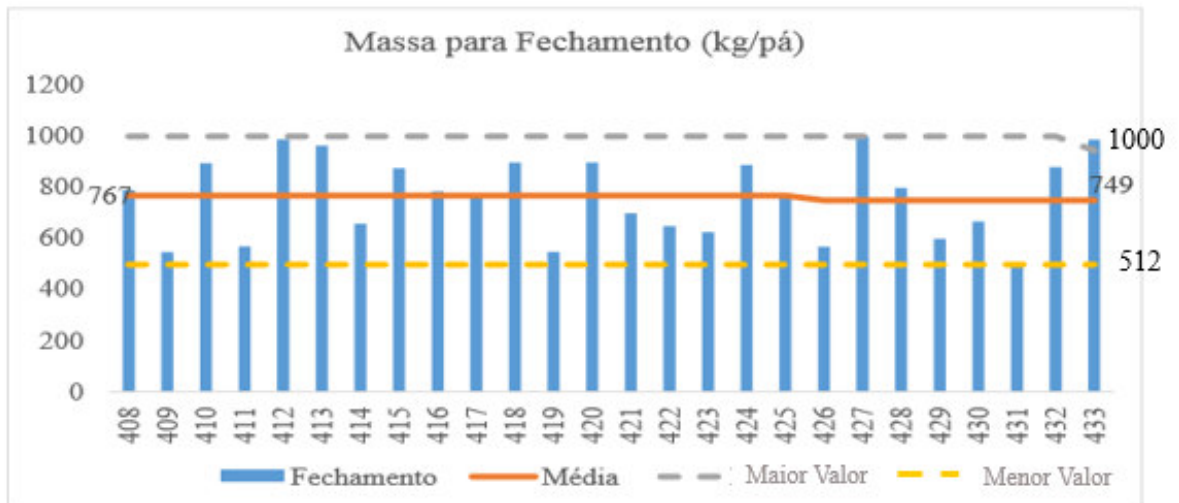
Para fazer uma verificação bem-feita, foram realizadas análises com alto nível de detalhe por pá após cada ação executada. Com essas informações, foram elaborados novos gráficos para comparar os novos resultados com os resultados anteriores, e mostrar a evolução dos números.

A partir da pá 408, as ações foram implementadas, assim foi possível notar que desde a implementação das primeiras ações, os resultados foram obtidos com uma visível

aproximação dos valores de consumo, e em um segundo momento, a partir da pá 426, percebeu-se claramente um declínio no nível de consumo.

No gráfico 6, tem-se uma comparação do consumo em kg por pá, antes de iniciarse o trabalho de aplicação do MASP.

Gráfico 6 – Consumo de massa de colagem por pá antes da aplicação do MASP

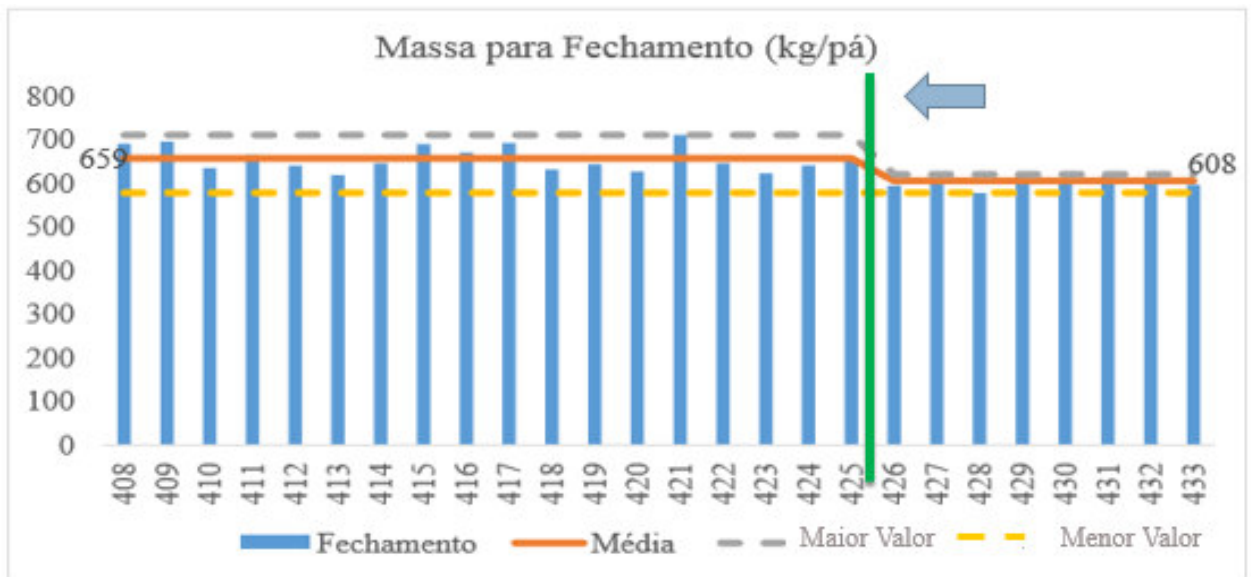


Fonte: O Autor

Neste gráfico pode-se perceber claramente a despadronização do consumo por unidade produzida, onde os valores variam desde o valor mínimo de 450 kg, até um valor máximo de quase 1000 kg, ficando sempre em uma média próxima de 750kg. Estes valores são considerados muito alto, quando comparados aos valores de consumo estimados, o que demonstrou o grande desvio de consumo antes do projeto iniciar.

No gráfico 7, pode-se observar o consumo de massa de colagem por pá logo após a aplicação do MASP com significativas melhorias.

Gráfico 7 – Consumo de massa de colagem por pá após a aplicação do MASP



Fonte: O Autor

Neste gráfico é possível observar a grande padronização do consumo, com um valor mínimo de aproximadamente 600kg, e um valor máximo de 700kg, diminuindo quase 300 kg em relação ao valor máximo do gráfico anterior. A média de consumo manteve-se em torno de 660kg até a pá 425, declinando para a média de 608 kg a partir da pá 426. O gráfico reflete claramente os resultados positivos obtidos com a implementação do MASP. Com as melhorias confirmadas, pôde-se partir para o próximo passo, que é o passo de Padronização das ações.

3.7.7 Padronização

Com as análises realizadas na fase anterior, e com a verificação da eficácia das ações, foram criados procedimentos operacionais padrões para o processo de colagem e fechamento, falando exatamente a quantidade de massa que deve ser aplicada, o gabarito correto a ser utilizado, o passo a passo de como a operação deve ser realizada, além de outros pontos, como os EPIs que devem ser utilizadas na realização da operação. Os resultados mostram que a melhoria só foi possível devido ao envolvimento de todos, que foram essenciais para atingir os objetivos do dia a dia.

O próximo passo de padronização é a aplicação do ciclo SDCA, em que serão seguidas as seguintes diretrizes.

1- Padronização: Criação do POP da operação
 2- Execução: Executar o que está descrito no POP todos os dias
 3- Verificar se está sendo exatamente o descrito no procedimento, pode ser feito com a utilização de *check lists*.

4- Ação Corretiva: Caso haja alguma mudança no processo ou no produto que precise corrigir o procedimento, assim como uma melhoria, faz-se uma alteração no procedimento.




Caso os resultados obtidos com o SDCA não sejam satisfatórios, será necessário dar início a um novo ciclo PDCA, para assim poder buscar as novas causas fundamentais do não atendimento das metas e refazer a etapas principal, que é o planejamento, para prevenir as ações dos efeitos indesejados.

As ações que tiveram sucesso neste trabalho foram repetidas e reaplicadas para todos os processos semelhantes de outros modelos de produto, por meio da mudança do procedimento, projeto de produto e treinamento da operação, garantindo um bom desempenho de toda a empresa.

3.8 Etapa 4: Disseminação do método de melhoria na empresa

Visando estimular os operadores a seguirem os procedimentos operacionais padrões e manterem a economia no consumo de resina, foi realizado um programa de melhores práticas, em que foi elaborado um gráfico de gestão a vista, com o *ranking* do consumo de vários materiais diretos, incluindo a massa de colagem, por turno e por setor. Desta forma, estimulou-se não só a competição saudável, mas também impactou a saúde financeira de forma positiva. Na figura 20, tem-se o quadro utilizado para medição do consumo por turno.

Figura 20 – *Ranking* de melhores práticas de consumo de massa colagem


		Consumo de Massa de Colagem Em Kg							
		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	STATUS
TURNO A									
TURNO B									
TURNO C									

Fonte: Empresa em estudo (2016)

A empresa disponibilizou, para todos os operadores do turno vencedor, o dobro do vale alimentação do mês, dessa forma, o operador pode se manter sempre motivado, e além disso, o entendimento de que a melhoria desse processo é de grande valor, ficou visível para todos da fábrica.

Estimula-se também que ideias relacionadas a redução dos níveis de consumo sejam dadas no programa de ideias que já é implantado e infundido na empresa, chamado VISA – Visando Melhorias e Sugestões na Aeris. Para participar desse programa, o funcionário preenche um formulário com a sua ideia, e ao fim do ano, as dez melhores ideias são premiadas com grandes prêmios em dinheiro. O formulário para apresentação de ideias está representado na figura 21.

Figura 21 – Formulário para gestão de Ideias

		FORMULÁRIO VISA		F.RH.11.03
NOME:			MATRÍCULA:	
SETOR:		FUNÇÃO:	DATA:	
QUAL A SUA SUGESTÃO / IDEIA DE MELHORIA?				
DESENHO, SE APLICÁVEL, NO VERSO DA FOLHA OU ANEXO A ESTE FORMULÁRIO				
SUA SUGESTÃO / IDEIA ESTÁ LIGADA A QUAIS PILARES OU BASE DO PROGRAMA VENTOS DO FUTURO?				
<input type="checkbox"/> PILAR PESSOAS				
<input type="checkbox"/> PILAR SEGURANÇA				
<input type="checkbox"/> PILAR QUALIDADE				
<input type="checkbox"/> PILAR FINANÇAS				

Fonte: Empresa em estudo (2016)

Esta premiação estimulou não só boas ideias para redução de consumo, como também a participação, interação e interesse dos colaboradores, contribuindo para um ambiente de trabalho mais criativo e harmonioso.

3.9 Considerações Finais

Ao fim da aplicação do MASP, pode-se perceber que os resultados esperados foram alcançados, visto que, segundo gráficos do estudo de caso presente na fase de verificação, o consumo de massa de colagem reduziu aproximadamente 155 kg após a aplicação da ferramenta, o que representa cerca de 21% de redução em relação ao consumo inicial.

Segundo dados da empresa em estudo (2016), um kg de massa de colagem para compra custa aproximadamente R\$51,80. Assim, considerando a quantidade de 155 kg de massa reduzida, houve uma economia estimada de R\$8.029,00 por pá, o que é uma quantidade bastante significativa para a organização.

Ainda segundo dados da empresa em estudo, um trio de pás eólicas para montagem de uma torre, é vendido por um alto preço, que custa em média R\$1.400.000,00, podendo variar de valor dependendo do cliente em atendimento.

Uma pá eólica para venda custa entre R\$480.000,00 e R\$500.000,00, também variando de acordo com o cliente para o qual a pá foi produzida. Dessa forma, incluindo todos os custos fixos, como materiais diretos e mão de obra direta, o preço de produção da pá fica entre R\$150.000,00 e R\$ 180.000,00, o que gera uma margem de lucro de cerca de 25 a 30%.

Portanto, em relação ao custo de produção, obteve-se uma porcentagem de 5,35% de redução de gastos por pá. Já em relação ao preço de venda, houve um ganho de 1,60% por pá produzida. Essa redução de gastos é de grande impacto na saúde financeira da organização, visto que a diretoria pode transferir a economia para importantes investimentos, incluindo a expansão da empresa e melhorias no ambiente de trabalho.

Analisando os custos de implantação do projeto, que foi apenas a mão-de-obra de 8 colaboradores envolvidos, durante 60 dias, e considerando que os mesmos consumiam cerca de 50% do seu tempo com o projeto, além de incluir também o preço pago para uma consultoria de gestão da rotina, que teve sua contratação um pouco antes do início do projeto e esteve envolvida no mesmo, houve um custo de cerca de R\$90.000,00,

Dessa maneira, calculando os ganhos, o projeto seria pago na produção de apenas 11 pás, que levando em consideração uma fabricação habitual de 4 pás por dia, teria um *Payback* de apenas 3 dias de produção. Pôde-se observar, portanto, que o projeto implantado se mostrou bastante viável e capaz de prover excelentes resultados.

Por fim, o método PDCA aplicado em conjunto com o método SDCA e a criação de padrões de forma disciplinada, mostrou-se um método muito eficiente para o atingimento

de metas globais da empresa, quando aplicado junto com às ferramentas da qualidade e estatística, além de uma equipe multidisciplinar trabalhando com o mesmo objetivo.

4 Conclusão e Recomendações para Trabalhos Futuros

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar o impacto na redução dos níveis de consumo de matéria prima, a partir da aplicação do MASP. O mesmo foi alcançado com êxito, como pôde ser observado na fase de verificação, com a estabilização e redução da média de consumo de massa de colagem.

A apresentação dos principais problemas associados aos desperdícios em processos industriais foi realizada e sua explanação foi de fundamental importância para identificar os desperdícios na empresa em estudo abordados durante o estudo de caso.

As etapas utilizadas na implantação do MASP foram apresentadas, uma a uma, sempre vinculada com as ferramentas da qualidade mais utilizada durante o decorrer do trabalho, o que proporcionou uma melhor preparação para a aplicação do método em estudo.

Logo após, a metodologia MASP, com uso do PDCA, foi aplicada em todas as suas etapas, com a finalidade de resolver o problema de alto consumo de massa de colagem. A aplicação foi realizada com sucesso, já que foi possível visualizar em diversos indicadores de controle e verificação os impactos positivos da implantação do MASP, como por exemplo o indicador de consumo de massa de colagem por pá, que teve sua média diminuída e alcançou uma considerável estabilidade de consumo.

Por fim, foram propostas e aplicadas recomendações para manter o baixo consumo de matéria prima, utilizando as quatro fases do ciclo SDCA, focando na padronização, assim como a implantação de um programa de melhores práticas, que incentivou os colaboradores a manter os níveis de consumo estáveis e sempre propor novas ideias.

Uma atividade não realizada neste trabalho foi a replicação do método para outros materiais que possuem desvio de consumo, mesmo que em menor escala, buscando ainda mais a padronização de processos operacionais.

Outra recomendação seria aplicação a filosofia de manufatura enxuta em todos os passos de execuções das atividades. Segundo Dennis (2011), a manufatura enxuta, do inglês *lean manufacturing*, representa fazer mais com menos, ou seja, menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos material para alcançar resultados mais eficazes. Dessa maneira, poderia se reduzir ainda mais custo não só reduzindo o consumo de matéria prima, mas também melhorando os processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica). **Para evitar crise, Brasil precisa diversificar matriz energética**. 2015. Disponível em: < <http://www.portalabeeolica.org.br/> >. Acesso em: 19 mar. 2016.

ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial). **Mapeamento da cadeira produtiva da indústria eólica no Brasil**. 2013. Disponível em: < <http://www.abdi.com.br/> >. Acesso em: 18 abr. 2016.

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima. Minas Gerais: INDG, 2006.

ALENCAR, J. F. **Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Geras, 2008.

ANDRADE, F; MELHADO, S. **O método de Melhorias PDCA**. 2013. Disponível em: < http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00371.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

BARBOSA, E. F. **Gerência da Qualidade Total na Educação**. Fundação Christiano Ottoni. Belo Horizonte – MG, 2010.

BASTIANI, J. A. de; MARTINS, R. **Diagrama de Pareto**. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em: 12 mai. 2016.

BASTIANI, J. A. de; MARTINS, R. **Folha de Verificação**. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/folha-de-verificacao/>>. Acesso em: 12 mai. 2016.

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

BOCCHINI, B. **País precisa de mais contratação de energia eólica e solar, diz estudo**. Agência Brasil. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/>>. Acesso em: 20 abri. 2016.

BONEF, P. do A. **Processo de melhoria contínua para o setor nexa da ONG Junior Achievement: implantação do ciclo PDCA**. Monografia (Graduação em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

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

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2014

_____. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 9. ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992 (Rio de Janeiro: Bloch Ed.)

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade, Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

CORRÊA, H; CORRÊA, C. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012.

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

DAVIS, M. et al. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre. Bookman. 2001.

DEMING, William E. **Out of crises**. Cambridge, 1986.

DENNIS, Pascal. **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**. Pittsfield: McGraw-Hill Internationals Editions, 3 ed. 1991.

FERREIRA, B. **Análise da Baixa Produtividade do setor de Filtragem Prensa Pequeno da Imerys – Rio Capim Caulim através da Metodologia de Análise e Solução de Problema (MASP)**. Tese (Graduação em Engenharia de Produção). Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, 2012

FIEG (Federação das Indústrias do Estado de Goiás); SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial). **Boas Práticas de Fabricação**. Goiânia, 2002.

HOSKEN, M. J. C. **Produzindo e montando sua qualidade**. 2010. Disponível em: <<http://www.qualidade.adm.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

HUNTSMAN. **Blade process**. 2015. Disponível em: <<http://www.huntsman.com>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

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

JORNAL AMBIENTE BRASIL. **Vento e Meio Ambiente**. 2014. Disponível em: <<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

JURAN, J. M. GRYNA, Frank, M. **Controle da Qualidade Handbook**. São Paulo, 1992.

LEONEL, P. H. **Aplicação pratica da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.

LOPES DE ABREU, Romeu C. **Desperdício: Uma doença que nos aflige.** Gestão da Qualidade. 1 ed. Brasília, 1990.

MACHADO, L. G. **Aplicação da metodologia PDCA: etapa P (Plan) com suporte das ferramentas da qualidade.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007.

MARIANI, C. A. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso.** RAI - Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. **O aproveitamento da energia eólica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 30, n. 1, 2008.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de manufatura – versão 2.0.** Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade** 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, George C. **Applied statistics and probability for engineers.** 3.ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 2002.

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

NEVES, T. F. **Importância da utilização do Ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade,** 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1996

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: Teoria e Prática.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços.** São Paulo: Atlas, 1995.

REIS, H.L.; FIGUEREDO K.F. **Implantação de programas de redução de desperdícios na indústria brasileira: Um estudo de caso.** Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

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

SHOJI, S. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

SLACK, Nigel et al. **Administração de Produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

SUSHIL. **Systems approach to national planning; a study in waste management.** New Delhi, 1989.

SUZAKI, Kiyoshi. **The new manufacturing challeng: tecniques for continuous improvement.** New York, 1987.

TEIXEIRA, J. F. et al. **Metodologia para análise e solução de problemas: Conceito, ferramentas e casos Sadia Concordia S/A e Albras Alumínio Brasileiro S/A.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Rio Grande do Sul. 2012.

TOFOLI, E. T. **Proposta de um Modelo de Alinhamento da Metodologia Seis Sigma com o Gerenciamento Matricial de Receita.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2011.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças.** Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica), Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

UMEDA, Masao. **Processo de promoção da padronização interna.** Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

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