

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Aplicação do MASP para proposta de melhoria no processo  
de controle da umidade e recebimento do açúcar**

*Laiza Mayara Paulino Baena*

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

Aplicação do MASP para proposta de melhoria no processo de  
controle da umidade e recebimento do açúcar

Laiza Mayara Paulino Baena

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito de avaliação no curso de graduação em  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Msc. Aline Silva Culchesk

**Maringá – Paraná  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho principalmente a Deus, que me permitiu traçar todo esse caminho, me iluminando durante toda a caminhada.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”*

Charles Chaplin

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, pelos ensinamentos, incentivos, amor e carinho, que nunca fizeram falta durante nessa jornada.

Aos meus amigos que aguentaram minha falta de tempo, entendendo minha dedicação.

À minha orientadora, Professora Aline Silva Culchesk, pela paciência e ensinamentos compartilhados.

Aos professores da UEM, por todo conhecimento passado e atenção durante todos esses anos.

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo propor uma melhoria no processo de recebimento e armazenagem do açúcar para controle da sua umidade, em uma empresa de distribuição. A empresa em questão sofreu um incêndio em um dos seus armazéns de açúcar, e estudos recentes apontam que o recebimento e a armazenagem desse produto com umidade baixa pode causar o incêndio já que a incidência de pó é maior (entre o ano de 2013 e 2014 aproximadamente 320 toneladas de açúcar foram queimadas em armazéns em SP e no Paraná). Dessa forma a empresa decidiu pela implantação de um laboratório que efetuasse o controle do produto e, aliado a isso, novos processos foram acrescentados para que se gerasse o um equilíbrio (0,10% a 0,15%) na umidade do açúcar. A fim de aperfeiçoar esse novo procedimento adotado pela empresa, utilizou-se da ferramenta MASP aliada ao diagrama Ishikawa, FMEA e 5W2H, para encontrar uma solução que melhor se adeque ao problema. Como resultados deste estudo foram sugeridas algumas mudanças, como uma nova logística capaz de reduzir processos diminuindo o tempo total de operação, no recebimento em 1 hora, e redução do custo de mão-de-obra em aproximadamente R\$3.479,96/mês, tornando-o mais rápido e conseqüentemente mais produtivo, também reduzindo o erro de amostragem do produto. Além desse melhoramento, segue também uma sugestão de um estudo para resolução dessa questão que seria a aquisição de um equipamento existente no mercado de análise de umidade, sem necessidade de manuseio e online, que poderia dispensar o uso do laboratório existente. Pois além do maquinário efetuar a análise sem ajuda de nenhum funcionário, o custo para aquisição de dois equipamentos é de aproximadamente R\$ 130.000,00 e o custo fixo de laboratório é menor que esse valor ao longo de 1 ano.

Palavras-chave: Açúcar; umidade; MASP; melhoria; tempo; custo.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE QUADROS .....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	iv
1 Introdução.....	1
1.1 Justificativa .....	2
1.2 Definição e delimitação do problema .....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo geral .....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
2 Revisão da Bibliografia .....	4
2.1 A Explosão do Pó .....	4
2.2 Açúcar, o Causador de Incêndios.....	5
2.3 Definição de Processos .....	6
2.4 Qualidade .....	7
2.5 Gestão da Qualidade .....	7
2.6 PDCA.....	9
2.7 MASP.....	10
2.7.1 Fases do MASP .....	11
2.7.1.1 Fase 1: Identificação do Problema .....	12
2.7.1.2 Fase 2: Observação.....	13
2.7.1.3 Fase 3: Análise .....	14
2.7.1.4 Fase 4: Plano de ação .....	15
2.7.1.5 Fase 5: Execução .....	16
2.7.1.6 Fase 6: Verificação.....	17
2.7.1.7 Fase 7: Padronização.....	18
2.7.1.8 Fase 8: Conclusão.....	19
2.8 Ferramentas da Qualidade.....	20
2.8.1 <i>Brainstorming</i> .....	20
2.8.2 Fluxograma.....	21
2.8.3 Diagrama de Causa e Efeito .....	23
2.8.4 FMEA.....	24
2.8.5 5W2H .....	25
2.9 Estudos Correlatos .....	26

3	Metodologia.....	28
3.1	Caracterização da Pesquisa.....	28
3.2	Apresentação da empresa.....	29
3.3	Coleta de dados.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4	Resultados/ análise e discussão .....	36
4.1	Etapa de identificação do problema.....	36
4.2	Etapa de observação.....	38
4.3	Etapa de análise .....	38
4.4	Etapa do plano de ação .....	44
4.5	Etapa da ação .....	45
4.6	Etapa de verificação .....	46
4.7	Etapa de padronização .....	47
4.8	Etapa de conclusão.....	48
5	Conclusão .....	50
	Referências .....	51



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Impacto da Melhoria.....	7
Figura 2.2 - Inter-relação entre o conceito da qualidade, gestão da qualidade e os elementos que a compõem.....	8
Figura 2.3 - Ciclo PDCA de controle de processos.....	9
Figura 2.4 - Etapas do MASP.....	11
Figura 2.5 - Fase 1 (Identificação do Problema).....	13
Figura 2.6 - Fase 2 (Observação).....	14
Figura 2.7 - Fase 3 (Análise).....	15
Figura 2.8 - Fase 4 (Plano de Ação).....	16
Figura 2.9 - Fase 5 (Execução).....	17
Figura 2.10 - Fase 6 (Verificação).....	18
Figura 2.11 - Fase 7 (Padronização).....	19
Figura 2.12 - Fase 8 (Conclusão).....	20
Figura 2.13 - Simbologia de um Fluxograma.....	22
Figura 2.14 - Exemplo de Fluxograma (recepção de uma festa).....	22
Figura 2.15 - Representação de Diagrama de Causa e Efeito.....	23
Figura 2.16 - Exemplo de formulário FMEA.....	24
Figura 2.17 – Exemplo de descrição do modo, efeito, causas no FMEA.....	24
Figura 3.1 - Fluxograma do recebimento do Açúcar.....	32
Figura 3.2 - Fluxograma da expedição do açúcar.....	33
Figura 3.3 - Foto da triagem (recepção dos caminhões).....	34
Figura 3.4 - Foto do trajeto da triagem até a empresa.....	34
Figura 3.5- Trajeto de caminhões e produtos dentro da empresa.....	35
Figura 4.1 - Gráfico das análises de umidade do açúcar do mês de agosto/2016.....	36

Figura 4.2 - Diagrama de Ishikawa - Baixa umidade do Açúcar .....	39
Figura 4.3 - Fluxograma do processo com a nova proposta.....	43
Figura 4.4 - Pulverizador entupido .....	45
Figura 4.5 - Analisador de umidade online por infravermelho e seu visor de verificação.....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Considerações sobre aplicação do 5W2H .....	26
Quadro 3.1 - Planilha das análises de açúcar (50 primeiros caminhões do dia).....	31
Quadro 4.1 - Recebimento do açúcar .....	37
Quadro 4.2 - Expedição do Açúcar .....	37
Quadro 4.3 - Valores adotada para o NPR .....	40
Quadro 4.4 - FMEA da qualidade do açúcar .....	41
Quadro 4.5 - Recebimento do açúcar .....	43
Quadro 4.6- Plano de Ação 5W2H (mudanças propostas na recepção do açúcar) .....	44
Quadro 4.7 – <i>Check List</i> de verificação.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MASP	Métodos de Análise e Solução de Problemas
PDCA	<i>Plan – Do – Check – Act</i>
NFPA	<i>National Fire Prevents of Acidents</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
TQC	Controle da Qualidade Total
5W2H	<i>Where - When - What - Why - Who - How - How much</i>
POP	Procedimento Operacional Padrão
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
NPR	Número de Prioridade de Risco

## 1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de incêndios de grandes dimensões em terminais de açúcar tem aumentado cada vez mais, entre junho de 2013 e outubro de 2014 ao menos 320 mil toneladas de açúcar foram queimadas em armazéns localizados nas regiões de São Paulo e do Paraná. Devido a esse fato, mudanças nos teores de umidade e granulometria (peso do grão) estão ocorrendo (BATISTA; PIRES, 2014).

O açúcar brasileiro possui uma característica mais seca e fina, e ser movimentado em grandes proporções, produz uma “nuvem” mais intensa de pó do açúcar, que acaba por elevar o risco de incêndio em situações que o ambiente tem baixa umidade do ar e motores ligados (BATISTA; PIRES, 2014).

Sá (1998) explica que a poeira em repouso no decorrer do tempo na planta industrial, ao ser posta em movimento ou colocada em suspensão e na presença de uma fonte de ignição com energia suficiente para a primeira deflagração<sup>1</sup>, pode gerar uma explosão. Sá (1998), ainda completa que a explosão pode ocasionar vibrações seguidas pela onda de choque, fazendo com que mais pó depositados entre em suspensão ocasionando assim mais explosões, cada uma mais feroz que a outra, gerando altos prejuízos ao bem, paradas no processo produtivo e até mesmo a perda de vidas.

Dessa maneira, será realizado um estudo do recebimento e controle da umidade do açúcar em centro de distribuição, onde atua como um terminal de sólidos, trabalhando com produtos como: açúcar, farelo de soja, soja e milho, onde no ano de 2012 sofreu um incêndio no seu armazém de açúcar, perdendo cerca de 50 mil toneladas do produto. De imediato, mudanças já ocorreram para solução do problema (umidade baixa do açúcar), setores foram criados e novos procedimentos adotados, porém se faz necessário uma melhor análise sobre todo o processo, pois o custo envolvido, o tempo de operação e os erros de amostragem se tornaram relevantes, assim, a busca em otimizar tais fatores se tornou vital para a viabilidade do processo. Desse modo, o enfoque deste estudo será o setor de açúcar e todo o processo a cerca desse produto, com todas as modificações feitas para adequação da umidade do pó contido no açúcar, já que acredita-se que este seja o fator principal da geração do incêndio. Para isso será utilizado à ferramenta MASP (Métodos de Análise e Solução de Problemas), junto a

---

<sup>1</sup> Deflagração: Autocombustão que se propaga de partícula em partícula de um combustível, com velocidades compreendidas entre alguns centímetros por segundo e 400m por segundo (FERREIRA, 2010).

fluxogramas do processo, diagrama de Ishikawa, FMEA, 5W2H a fim de propor uma solução otimizada de tempo, custo e mão de obra, para todo o processo envolvido nesse produto.

### **1.1 Justificativa**

Devido ao incêndio sofrido em 2012, a empresa em estudo operou algumas mudanças na sua operação para que o teor de umidade do açúcar se estabelecesse dentro da especificação. Porém, analisando-se todos os processos (recebimento, controle e armazenagem do açúcar) acredita-se que é possível encontrar melhorias e novas soluções, que garantam ainda mais a segurança e padronização do produto. Assim, será estudado todo o procedimento desde a chegada do caminhão, armazenagem e expedição, já com todas as mudanças definidas primeiramente e através de ferramentas, encontrar uma melhor resolução para o problema.

### **1.2 Definição e delimitação do problema**

Necessidade em buscar melhores soluções para o recebimento e controle do teor de umidade do açúcar, tendo em vista que as soluções imediatas criadas pela empresa apresentam muitos pontos de fragilidade, como: falta de domínio de equipamentos, treinamentos muito especificados, erros de medição (balança de umidade), custo alto de operação e tempo ocioso, entre outros. Além de ser uma questão de segurança, tanto para a integridade física da empresa como a de todos os colaboradores, é um estudo que pode ser aplicado em outros terminais, que se encontra em situação semelhante, garantindo o bem físico e pessoal, e a padronização do produto.

### **1.3 Objetivos**

Nos tópicos 1.3.1 e 1.3.2 serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos do estudo.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Propor uma solução otimizada para adequar o processo recebimento e controle de umidade do açúcar, conforme a qualidade requerida pela empresa.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Estudar o processo de recebimento e armazenagem do açúcar na empresa;
- Analisar as primeiras soluções dadas pela empresa para a resolução do problema;
- Estudar os processos desde o recebimento, controle da umidade e expedição do açúcar;
- Aplicar as ferramentas da qualidade nos procedimentos da recepção do açúcar;

## **2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA**

Nos tópicos 2.1 a 2.9 serão abordados temas importantes para o entendimento do decorrer do estudo. Contextos como, explosão em materiais particulados, incêndios com pó de açúcar, definição de processos, qualidade e a sua gestão, método PDCA e MASP definindo todas suas fases e algumas ferramentas da qualidade utilizadas no estudo, assim como também estudos correlatos.

### **2.1 A Explosão do Pó**

Qualquer tipo de indústria que em algum momento, no processo, tenha alguma fase em forma de pó, possuem alto potencial de riscos quanto a incêndios e explosões. São indústrias de armazenagem, secagem de produtos agrícolas, fabricantes de rações animais balanceadas, indústrias alimentícias, indústrias metalúrgicas, farmacêuticas, plásticas, de carvão e beneficiamento de madeira (SÁ, 1998).

Sá (1998) ainda completa que as instalações dessas indústrias necessitam, antes de sua implantação, realizar uma análise acurada de seus riscos e tomar as precauções precisas, pois no momento de projeto as soluções são mais simples e econômicas, já os custos posteriores com instalações e pessoal se tornam mais altos e às vezes irreversível. No entanto as indústrias já implantadas, com o auxílio de um profissional competente, poderão minimizar bem os problemas, minorando os riscos inerentes.

Acidentes de explosão de pó representam um número bem significativo, uma estatística entre os anos de 1970 e 1980 resulta em 67% de acidentes em instalações de silos armazenadores (BETENHEUSER; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005).

Essa ocorrência de explosão em centros de armazenamento de produtos particulados acontece com maior frequência, já que possuem teor explosivo e o processo de carregamento, descarregamento, moagem, entre outros tem o potencial de gerar faíscas ou chamas que iniciam uma explosão de pó. A gravidade de explosões de pó de origem agrícola tem o poder de destruir inteiramente qualquer estrutura armazenadora (VORDERBRUEGGEN, 2011).

Para Silva (1999) as explosões em unidades de armazenagem em geral possuem por material explosivo a combinação das substâncias: ar atmosférico e partículas sólidas em suspensão, no



qual são denominadas como os agentes comburentes e combustíveis, respectivamente. As partículas têm origem das impurezas que acompanham a massa de grãos ou da divisão dos grãos. A detonação de tal mistura poderá ser processada caso a temperatura do ponto de detonação aconteça, podendo ser gerado por uma fonte de ignição do tipo: acúmulo de cargas eletrostáticas, curtos circuitos, descargas atmosféricas, atrito de componentes metálicos e descuidos na utilização de aparelhos de soldagem.

Processada a detonação em determinado local, a energia calorífica dissipada é reutilizada na detonação em outro ponto, o que acaba gerando uma série de detonações, sempre que houver condições favoráveis, ou seja, existência dos agentes comburentes e combustível e a ocorrência da temperatura do ponto de detonação. Assim, o processo de detonação é veloz, porém não imediato, as séries de detonações podem atingir velocidades de propagação de até 7000 m/s e podem exercer pressões de até 550 kPa, gerando ondas de choque com velocidades de 300 m/s (SILVA, 1999).

O Brasil ainda não possui nenhuma norma que cita especificadamente sobre o fenômeno de explosão de pó, já no exterior existem alguns estudos mais aprofundados. Os Estados Unidos possuem uma norma feita pelo NFPA (*National Fire Protection Association*) a NFPA 68 (*Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting*), está tendo mesmo nome do mesmo órgão que regulamenta os procedimentos para combate a incêndios e explosões e que opera aliada com o OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) (BETENHEUSER; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005).

De modo a vetar o perigo de explosão, regras de proteção sob leis de especificações e normas têm sido criadas em vários países e tem o foco de garantir que um maior nível de segurança seja analisado. Com o crescimento da conexão econômica entre os países, um grande progresso tem acontecido na conciliação de regras para a proteção contra explosões. As circunstâncias para essa harmonização se deram na União Européia pela Diretriz EC 9194. A Diretriz 94/9/EC iniciou em 1994 padronizando a proteção contra explosão. Porém, ainda há muito a ser feito mundialmente sobre esse tema (BETENHEUSER; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005).

## **2.2 Açúcar, o Causador de Incêndios**

O processo de armazenamento possui muitos riscos que junto com as ações de bactérias e fungos podem aumentar a ocorrência de explosões, pelo fato de o gás metano ser liberado

pelas bactérias metanogênicas. Esse gás quando liberado é um dos mais significativos em explosões de pó (BAI, 2011).

O gás metano liberado na atmosfera de armazenamento de açúcar acontece pela fermentação do mesmo, sendo liberado através da hidrólise e acidogênese, sendo assim a última de maior proporção. Podendo ser gerada também por biopolímeros que por meio de sua degradação produzem açúcares e aminoácidos onde são fermentados pela ação microbiana formando com isto o metano (FAO, 1997).

Desse modo, o estudo deste tipo de explosão se torna complexo, pois uma pequena porcentagem deste gás combustível no ambiente do armazém pode influenciar no dado de concentração mínima de pó responsável por entrar em ignição (BAI, 2011; ECKHOFF, 2003).

### **2.3 Definição de Processos**

Para Campos (2004) processo pode ser definido como um conjunto de causas onde geram efeitos, dessa forma a empresa pode ser vista como um processo no qual dentro dela possui outros processos. Para o autor o processo tem sua gestão por meio dos itens de controle que medem a qualidade, custo, tempos de entregas. Ainda para este, a análise de um determinado processo necessita de uma sequência lógica de procedimentos sendo embasada em fatos e dados, com o objetivo de determinar a causa do problema devendo ser utilizada por todos da organização.

O processo dentro de uma empresa acontece por meio de atividades ou agrupamentos de atividades, os quais processados geram insumos e trazem os resultados esperados pelos clientes. Quando a gerencia toma decisões, busca o aumento da qualidade, flexibilidade, menor tempo e custo, gerando competitividade dentre as organizações. O processo em si, pode ter seus próprios objetivos, sendo necessários por vezes cruzar fronteiras entre departamentos em prol de recursos (KRAJEWSKI *et al*, 2009).

Segundo Alvarez (2010) o processo é uma ordem estruturada de ações que tem a capacidade de transformar insumos em um bem, agregando valor ao material por meio da manipulação destes.

Já, segundo Werkema (1995) processo é uma forma combinada de vários itens pertinentes para atingir determinado fim, sendo maquinário, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, mão de obra e informações do processo ou medidas.

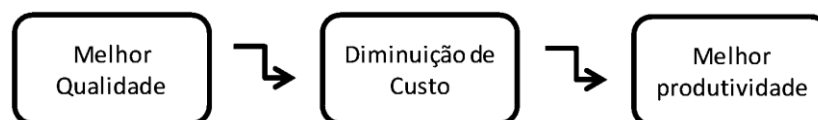
O melhor método de identificar um problema dentro de um processo é por meio da formação de filas. As razões para que se formem filas são as mais variadas, dentre elas podem ser destacadas a lentidão no atendimento, dificuldade em manter o processo em dias de grande movimento ou falha no próprio processo (ARAÚJO, 2009). Devido a isso é essencial à resolução dos problemas que abrange os processos, utilizando métodos eficazes de maneira a encontrar melhor praticidade do cotidiano das organizações.

## 2.4 Qualidade

Produtos ou serviços de qualidade podem ser distinguidos como, aqueles que alcançam de forma confiável, as necessidades dos consumidores, no tempo certo, de maneira segura e fácil (CAMPOS, 2004). Para Carvalho e Paladini (2012), a qualidade está voltada para o intermédio organização e consumidores, essa ligação mostra a relação de consumo, trazendo assim a qualidade como um diferencial competitivo dentro das organizações.

Para Oakland (1994), a qualidade pode ser descrita como atendimento das especificações dos clientes não apenas aos aspectos funcionais dos produtos ou serviços, mais sim alcançando a satisfação da posse, ou melhor, os aspectos superaram as expectativas e trazem consigo uma reputação de excelência ao bem ou serviço. Segundo Deming (1990) quando a qualidade é melhorada, se torna possível encontrar formas de alocação de pessoal e de maquinário, que podem gerar minimização de custos e tempos, aumentando a vantagem competitiva e a geração de novos empregos. Na Figura 2.1 temos a representação do impacto da melhoria da qualidade para os processos, dentro de uma organização.

**Figura 2.1 - Impacto da Melhoria**



**Fonte: Adaptado de Deming (1990)**

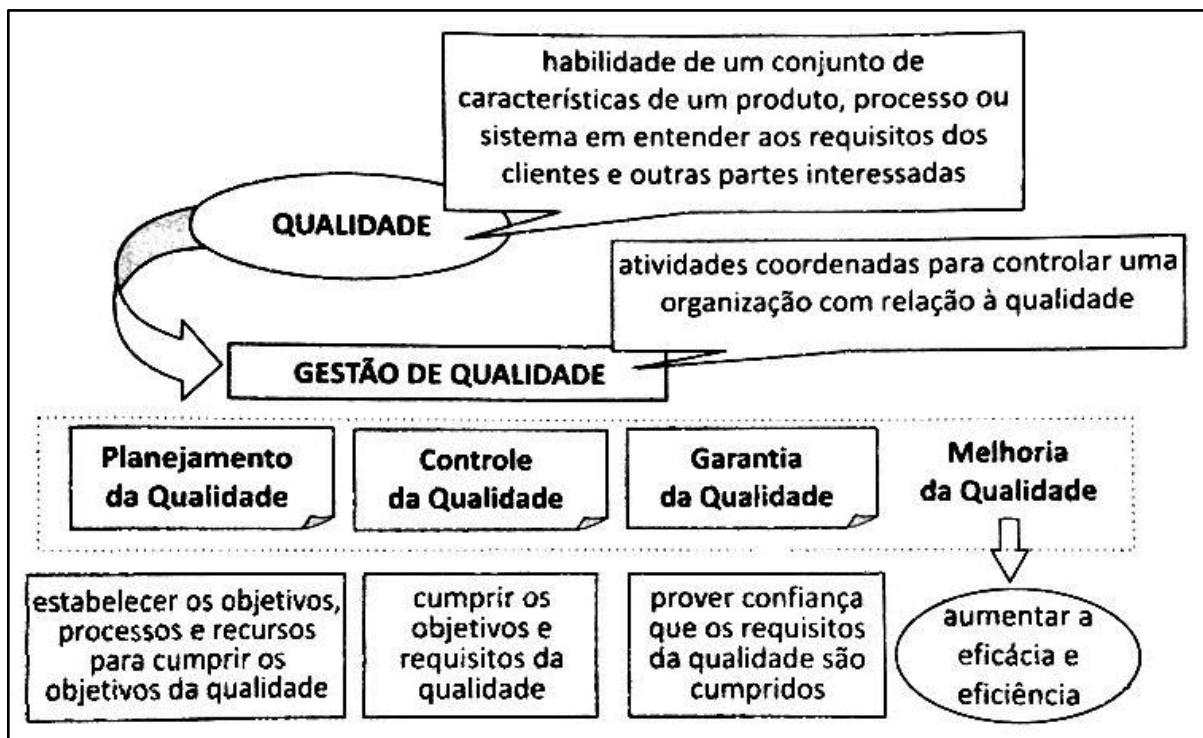
## 2.5 Gestão da Qualidade

Para Oliveira (2004) a gestão da qualidade tem o propósito de eliminar e reduzir qualquer atividade no ambiente produtivo que não agregue valor ao produto ou serviço. Carpinetti (2012) ainda complementa que a gestão é a base para as instituições que visam estratégia de

mercado, que também tenham como foco a conquista de mercados e minimização dos desperdícios.

A gestão da qualidade consiste do direcionamento das tarefas a serem realizadas pela organização, do ponto de vista da qualidade, onde engloba o planejamento, o controle, o estabelecimento da garantia e a melhoria contínua da qualidade. A Figura 2.2 mostra a definição e as relações de qualidade e gestão de qualidade e os seus componentes: planejamento da qualidade, controle da qualidade, garantia da qualidade e a geração da melhoria na qualidade (CARVALHO; PALADINI, 2012)

**Figura 2.2 - Inter-relação entre o conceito da qualidade, gestão da qualidade e os elementos que a compõem**



Fonte: Carvalho e Paladini (2012)

O início do século XX até a sua primeira metade teve como marco a qualidade restrita ao processo de fabricação, através da inspeção e controle da produção, já na década de 50, as definições de gestão da qualidade começaram a ganhar reconhecimento, abrangido assim todos os processos dentro da organização, atingindo-a como um todo (CARPINETTI, 2012).

Para Paladini (2006) outra questão importante da gestão da qualidade é a padronização do uso, onde afirmam que toda a organização ou todos que fazem parte de alguma forma, tanto indireta ou diretamente no processo produtivo tem a responsabilidade pela qualidade. Estes

necessitam trazer sempre aos produtos ou serviços as exigências dos consumidores e no ponto de vista do ambiente industrial, as boas práticas da gestão focam no processo produtivo, onde se tem a geração de produtos adequados ao uso.

## 2.6 PDCA

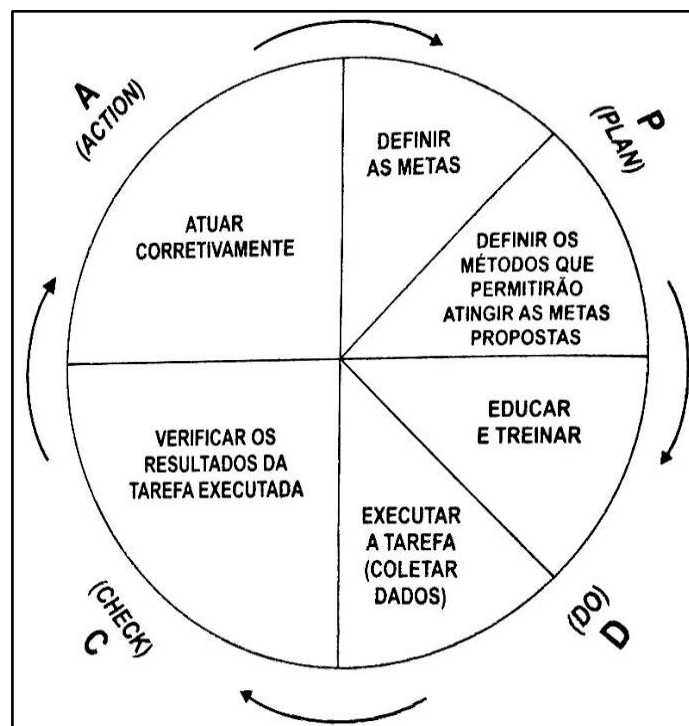
O ciclo PDCA (*Plan/Do/Check/Act*) conhecido como ciclo de Deming, traz uma forma rápida e clara de como realizar a gestão da qualidade (DAYCHOUM, 2007).

Para Werkema (1995) o ciclo PDCA é denotado como uma ferramenta de gestão, por qual são traçados caminhos a serem percorridos pela empresa, buscando atingir as metas determinadas, como suporte, variadas ferramentas da qualidade podem ser usadas a fim de contribuir no levantamento de dados e análises necessárias.

Campos (2004) enfatiza que o ciclo PDCA pode ser utilizado em duas situações, tanto para o nível de controle, na sua manutenção em casos onde os processos possuem teor repetitivo, e na melhoria de níveis de controle, em casos nos quais os processos não são repetitivos.

De acordo com Campos (2004), o ciclo PDCA que serve como controle de processos, pode ser mais bem interpretado na Figura 2.3.

**Figura 2.3 - Ciclo PDCA de controle de processos**



Fonte: Campos (2004)

Para Aguiar (2012) o ciclo PDCA é uma ferramenta indispensável para as empresas atingirem suas metas, que por consequência garantem sua permanência no mercado, sendo este dividido em quatro etapas:

- **Planejamento (*Plan*):** Nesta etapa, são definidos os pontos que serão abordados e a elaboração dos planos estratégicos para obtenção dos resultados requeridos.
- **Execução (*Do*):** Esta etapa é responsável pelo treinamento e execução das atividades definidas no planejamento.
- **Verificação (*Check*):** A etapa de verificação é onde ocorre o levantamento dos dados anteriores, focando na verificação dos cumprimentos das metas traçadas.
- **Ação Corretiva (*Action*):** Esta etapa é realizada a verificação do processo, se este atingiu o esperado pelas metas, e para aqueles que não atingiram é necessária nova avaliação, ou seja, um novo planejamento se inicia e um novo PDCA recomeça.

## 2.7 MASP

O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) foi desenvolvido por meio do método de desdobramento e detalhamento do ciclo PDCA trazido ao Japão depois dos anos de 1950 por Deming e, depois por Juran. Já no Brasil, Vicente Falconi Campos foi quem introduziu tal método na descrição de sua obra TQC – Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês. Na literatura de Campos (2004) o MASP é apresentado como um elemento para o Controle da Qualidade Total, que possui proporções bem mais amplas.

Esta ferramenta mostra como um problema pode ser resolvido e não a forma como ele é resolvido, assim é visto como um modo racional de resolução. Deixando de lado a suposição de que qualquer tipo de solução deve haver um custo relacionado, a busca é por uma solução que maximize os resultados, reduzindo os custos relacionados (BAZERMAN, 2004).

Para Cerqueira (1995), o processo de desenvolvimento do MASP só acontece quando possuem 4 elementos essenciais, sendo eles: execução em grupo; ferramenta estruturada; ferramentas da qualidade; coleta de dados e informações confiáveis.

O MASP é essencial para a elaboração de planos de ações corretivas onde às organizações necessitem identificar o impacto dos problemas, relacionados no que se dizem respeito a riscos, custos e benefícios (CERQUEIRA, 1995).

### 2.7.1 Fases do MASP

Da mesma maneira que o ciclo PDCA, o método de análise e solução de problemas (MASP), é baseado em uma lógica de procedimentos a serem seguidos para a resolução de um problema, trazendo assim uma maior consistência dos dados, que antes era voltada em bom senso, intuição ou até mesmo experiência. Assim podemos dizer que o MASP e o PDCA são meios lógicos para a solução de problemas, e já as ferramentas de controle da qualidade são meios de aplicação para contribuir na solução dos problemas (BARBOSA, 1995).

O MASP é um método que tem por base oito etapas tendo como propósito identificar, analisar e resolver problemas, de modo que o problema não persista, utilizando do uso da metodologia PDCA e das diversas ferramentas de qualidade (SANTOS, 2004).

Já a literatura de Carpinetti (2012) traz uma visão do MASP com 8 etapas dentro do método PDCA, que direciona melhor os objetivos de cada fase, é o que segue na representação da Figura 2.4.

**Figura 2.4 - Etapas do MASP**

PDCA	FLUXO-GRAMA	FASE	OBJETIVO
P	①	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	②	OBSERVAÇÃO	Desdobrar o problema maior em problemas menores.
	③	ANÁLISE	Descobrir as causas fundamentais de cada problema menor.
	④	PLANO DE AÇÃO	Conceber um plano de ação para cada problema menor para bloquear as causas fundamentais.
D	⑤	EXECUÇÃO	Bloquear as causas fundamentais.
C	⑥	VERIFICAÇÃO	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	⑦	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
A	⑧	PADRONIZAÇÃO	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	⑨	CONCLUSÃO	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalhos futuros.

**Fonte: Carpinetti (2012)**

Segundo Ferreira (2005), as oito etapas do MASP são:

- I. Identificação do Problema: Escolha do problema, identificar histórico, demonstração das perdas atuais e possíveis ganhos, estabelecimento de prioridades;

- II. Observação: Identificar as características do problema por meio dos dados coletados, análise do local e da preparação dos orçamentos e metas a serem estabelecidas;
- III. Análise: Determinação das causas influentes e das causas mais prováveis;
- IV. Planejamento da ação: Elaboração da estratégia de ação e elaboração do plano de ação;
- V. Ação: Realização de treinamentos, para que todos estejam por dentro do plano e da execução da ação;
- VI. Verificação: Análise de resultados, contagem dos efeitos, determinação da continuidade ou não do problema e exclusão da causa básica;
- VII. Padronização: Determinação de um padrão ou mudança do já existente, comunicação, treinamento e acompanhamento do mesmo;
- VIII. Conclusão: Análise dos problemas que restaram e planejamento de ação sobre estes.

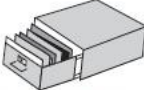
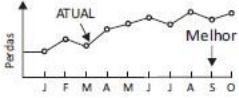
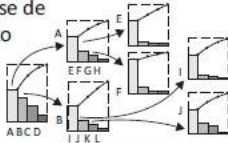
#### **2.7.1.1 Fase 1: Identificação do Problema**

Para Arioli (1998), nesse primeiro momento de identificação do problema, o objetivo é mostrar de fato a importância do problema. O foco não é identificar as causas ou suas soluções e sim fazer um levantamento histórico, pois os dados são muito importantes já que as decisões são baseadas em fatos e podem ser comparadas posteriormente com as mudanças sofridas.

Os levantamentos de custo e lucros perdidos são outros aspectos que são importantes serem verificados, assim planilhas e gráficos podem ser empregados. Esses dados que conseguem de fato, mudar a concepção da direção para liberação de recursos para a resolução do problema. Por fim tem se por base propor uma meta e um prazo pra ser atingida, e composição da equipe e responsáveis gerais pelo projeto. Na Figura 2.5, temos o passo a passo da primeira fase bem definidos.



Figura 2.5 - Fase 1 (Identificação do Problema)

<b>Fase 1 - Identificação do Problema</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Ferramentas Empregadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Escolha do problema</b>	Diretrizes gerais da área de trabalho (qualidade, entrega, custo, moral, segurança).	Um problema é o resultado indesejável de um trabalho (esteja certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados). Por exemplo: perda de produção por parada de equipamento, pagamentos em atraso, percentagem de peças defeituosas, etc.
2	<b>Histórico do problema</b>	- Gráficos - Fotografias  Utilize sempre dados históricos	- Qual a frequência do problema? - Como ocorre?
3	<b>Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis</b>		- O que se está perdendo? - O que é possível ganhar?
4	<b>Fazer Análise de Pareto</b>	Análise de Pareto 	- A Análise de Pareto permite priorizar temas e estabelecer metas numéricas viáveis. Subtemas podem também ser estabelecidos, se necessário.  Nota: Não se procuram causas aqui. Só resultados indesejáveis. As causas serão procuradas no Processo 3.
5	<b>Nomear responsáveis</b>	Nomear	- Nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder. - Propor uma data limite para ter o problema resolvido.

Fonte: Campos (2004)

### 2.7.1.2 Fase 2: Observação

A fase 2 do MASP é a etapa de observação, aqui ainda não se identificam as causas do problema, mas se procura conhecer melhor o problema estudado. O grupo de responsáveis tem a necessidade de ir ao local, tirar fotos, observar, efetuar entrevistas com os operadores, até que se consiga compreender o problema de fato. Nesse momento é observado quatro importantes pontos, tempo, local, tipo e efeito (ARIOLI, 1998). Essa fase pode ser mais bem visualizada na Figura 2.6.

Figura 2.6 - Fase 2 (Observação)

Fase 2 - Observação																																																																		
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Empregadas	Observações																																																															
1	<p>Descoberta das características do problema através de coleta de dados. Desdobrar o problema maior em problemas menores.</p> <p>Recomendação importante: quanto mais tempo você gastar aqui mais fácil será para resolver o problema. Não salte esta parte!</p>	<p><b>ANÁLISE DE PARETO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ESTRATIFICAÇÃO</li> <li>FOLHA DE VERIFICAÇÃO</li> <li>GRÁFICOS DE PARETO</li> <li>PRIORIZAÇÃO Escolha os temas mais importantes e retorne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observe o problema sob vários pontos de vista (estratificação): <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Tempo</i> - Os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas-feiras, feriados, etc.?</li> <li>b. <i>Local</i> - Os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (defeitos no topo, na base, periferia)? Em locais diferentes (acidentes em esquinas, no meio da rua, calçadas), etc.?</li> <li>c. <i>Tipo</i> - Os resultados são diferentes dependendo do produto, da matéria-prima, do material usado?</li> <li>d. <i>Sintoma</i> - Os resultados são diferentes se os defeitos são cavidades ou porosidades, se o absenteísmo é por falta ou licença médica, se a parada é por queima de um motor ou falha mecânica, etc.?</li> </ul> </li> <li>Deverá também ser necessário investigar aspectos específicos, por exemplo: umidade relativa do ar, temperatura ambiente, condições dos instrumentos de medição, confiabilidade dos padrões, treinamento, quem é o operador, qual a equipe que trabalhou, quais as condições climáticas, etc.</li> <li>"5W1H" - Faça as perguntas: o que, quem, quando, onde, por quê e como, para coletar dados.</li> <li>Construa vários gráficos de Pareto de acordo com os grupos definidos na estratificação.</li> <li>Estabeleça uma meta e um plano de ação para cada problema menor.</li> </ul>																																																															
2	<p>Descoberta das características do problema por meio de observação no local</p>	<p>Análise no local da ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas na investigação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deve ser feita não no escritório, mas no próprio local da ocorrência, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos. Utilize câmera de vídeo e fotografias.</li> </ul>																																																															
3	<p>Cronograma, orçamento e meta</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>FASE</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Análise</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plano de Ação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Execução</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Padronização</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Conclusão</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	FASE	1	2	3	4	5	6	7	8	Análise									Plano de Ação									Execução									Verificação									Padronização									Conclusão									<ul style="list-style-type: none"> <li>Fazer um cronograma para referência. Este cronograma deve ser atualizado em cada processo.</li> <li>Estimar um orçamento.</li> <li>Definir uma meta a ser atingida.</li> </ul>
FASE	1	2	3	4	5	6	7	8																																																										
Análise																																																																		
Plano de Ação																																																																		
Execução																																																																		
Verificação																																																																		
Padronização																																																																		
Conclusão																																																																		

Fonte: Campos (2004)


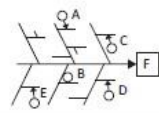
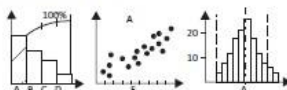
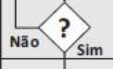
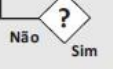
### 2.7.1.3 Fase 3: Análise

A fase 3 é caracterizada pela análise de todas as causas ou hipóteses levantadas para o problema e estas sendo analisadas como fundamentais ou não. O diagnóstico para exclusão das causas não fundamentais pode ser realizado por meio de um gráfico de Pareto, eliminando assim os problemas menos vitais. Nessa fase também são estabelecidos os bloqueios das causas encontradas como fundamentais. Esta etapa pode ser dividida em duas partes: identificação das causas fundamentais e identificação dos modos de bloqueio (ARIOLI, 1998).

Arioli (1998) orienta que para atuar sobre as causas pode ser utilizada a ferramenta do *brainstorming* e a partir dessa elaborar um diagrama de causa e efeito com todas as causas encontradas na discussão. Assim, as causas que realmente serão julgadas, são analisadas as possibilidades de bloqueio, ou seja, ações que de fato se estabelecidas irão evitar que o problema volte, depois da melhoria definida.

Os passos da fase 3 podem ser verificados na Figura 2.7 de Campos (2004)

Figura 2.7 - Fase 3 (Análise)

<b>Fase 3 - Análise</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Ferramentas Utilizadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Definição das causas influentes (para cada problema menor)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempestade de ideias e diagrama de causa e efeito.</li> <li>- Pergunta: Por que ocorre o problema?</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envolver todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas.</li> <li>• Diagrama de causa e efeito: anote o maior número possível de causas. Estabeleça a relação de causa e efeito entre as causas levantadas. Construa o diagrama de causa e efeito colocando as causas mais gerais nas espinhas maiores e as causas secundárias, terciárias, etc. nas ramificações menores.</li> </ul>
2	<b>Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação no diagrama de causa e efeito.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Causas mais prováveis: as causas levantadas na tarefa anterior têm que ser reduzidas por eliminação das causas menos prováveis, com base nos fatos e dados levantados no processo de observação. Aproveite também as sugestões baseadas na experiência do grupo e dos superiores hierárquicos. Com base nas informações da observação, priorize as causas mais prováveis.</li> <li>• Cuidado com efeitos cruzados: problemas que resultam de dois ou mais fatores simultâneos. Maior atenção nestes casos.</li> </ul>
3	<b>Análise das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coletar novos dados sobre as causas mais prováveis.</li> <li>- Analisar os dados coletados.</li> <li>- Testar as causas.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visite o local onde atuam as hipóteses. Colete informações.</li> <li>• Estratifique as hipóteses, colete dados utilizando a folha de verificação para maior facilidade. Use o gráfico de Pareto para priorizar o diagrama de correlação para testar a relação entre a hipótese e o efeito. Use o histograma para avaliar a dispersão e gráficos sequenciais para verificar a evolução.</li> <li>• Teste as hipóteses por meio de experiências.</li> </ul>
	<b>Houve confirmação de alguma causa mais provável?</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com base nos resultados das experiências, será confirmada ou não a existência de relação entre o problema (efeito) e as causas mais prováveis (hipóteses).</li> </ul>
	<b>Teste de consistência da causa fundamental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe evidência técnica de que é possível bloquear?</li> <li>- O bloqueio geraria efeitos indesejáveis?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se o bloqueio é impossível, ou se for provocar efeitos indesejáveis (sucatamento, alto custo, retrabalho, complexidades), pode ser que a causa determinada ainda não seja a causa fundamental, mas um efeito dela. Transforme a causa no novo problema e pergunte outro porquê, voltando ao início deste processo.</li> </ul>

Fonte: Campos (2004)



#### 2.7.1.4 Fase 4: Plano de ação

Na fase 4 se dá o planejamento das ações, com as formas de impedimento identificadas na etapa anterior, são postas em um plano de ação para que de fato possa acontecer. Nesse momento de planejamento, a equipe responsável identifica meios para implantação das ações. É importante que os responsáveis, discutam de forma bem detalhada todas as propostas, para que a escolhida possa ser efetivada e que estejam, na sua maioria de acordo, facilitando assim a sua implantação (ARIOLI, 1998).

Arioli (1998), ainda orienta que no plano de ação pode ser usado o 5W2H, estas letras significam: o que, quem, quando, por quê, onde, como, quanto custa. Esse plano geralmente é realizado através de uma planilha que consta, as atividades a serem realizadas, as responsáveis, o prazo para execução e um item de como será realizada a tarefa e o seu custo, também pode ser acrescentado nesta um item de controle, para verificar os resultados, contribuindo como uma análise do que está sendo feito.

Os passos resumidos da etapa 4 podem ser melhor visualizados na Figura 2.8, com maior entendimento.

**Figura 2.8 - Fase 4 (Plano de Ação)**

<b>Fase 4 - Plano de Ação</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefa</b>	<b>Ferramentas Empregadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Elaboração da Estratégia de Ação</b>	- Discussão com o grupo envolvido 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certifique-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos.</li> <li>• Certifique-se de que as ações propostas não produzem efeitos colaterais. Se ocorrem, adote ações contra eles.</li> <li>• Proponha diferentes soluções. Analise a eficácia e custo de cada uma. Escolha a melhor.</li> </ul>
2	<b>Elaboração do Plano de Ação para o bloqueio e revisão do cronograma e orçamento final</b>	- Discussão com o grupo envolvido. - "5W1H", cronograma, custos. 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defina o que será feito (<i>What</i>).</li> <li>• Defina quando será feito (<i>When</i>).</li> <li>• Defina quem o fará (<i>Who</i>).</li> <li>• Defina onde será feito (<i>Where</i>). Esclareça por que será feito (<i>Why</i>). Detalhe ou delegue o detalhamento de como será feito (<i>How</i>).</li> <li>• Determine a meta a ser atingida e quantidade (\$, toneladas, defeitos, etc.).</li> <li>• Determine os itens de controle e de verificação dos diversos níveis</li> </ul>


**Fonte: Campos (2004)**

### 2.7.1.5 Fase 5: Execução

Esta fase do MASP é o momento em que se dá início a relação de comunicação entre todos os envolvidos no plano, começa no plano de ações da fase 4. Aqui os responsáveis iniciam a execução das tarefas planejadas, todos os resultados nesse momento devem ser registrados e visitas ao local feitas, de maneira a verificar a atuação das ações de perto. Todas as mudanças realizadas devem estar bem esclarecidas para os envolvidos, e todos treinados para as novas adaptações (ARIOLI, 1998).

Ainda para Arioli (1998), as metas e índices de avaliação são apresentados aos envolvidos, de forma a reduzir o desconforto natural pela mudança e aumentar a aceitação a novas propostas. Os passos da fase 5 seguem mais detalhados na Figura 2.9.

**Figura 2.9 - Fase 5 (Execução)**

<b>Fase 5 - Execução</b>			
1	<b>Treinamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Divulgação do plano a todos.</li> <li>- Reuniões participativas.</li> <li>- Técnicas de treinamento.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dê especial atenção a estas ações.</li> <li>• Apresente claramente as tarefas e a razão delas.</li> <li>• Certifique-se de que todos entendem e concordam com as</li> </ul>
2	<b>Execução da Ação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano e cronograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante a execução, verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas.</li> <li>• Todas as ações e os resultados bons e ruins devem ser registrados, com a data em que foram tomados.</li> </ul>

**Fonte: Campos (2004)**

### 2.7.1.6 Fase 6: Verificação

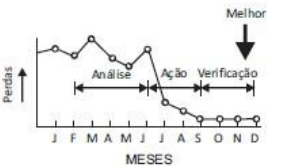
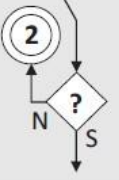

Para Arioli (1998) a fase 6 verifica a execução do plano de ação, se faz necessário uma avaliação sobre as mudanças ocorridas se estão de acordo com os resultados planejados. Para essa verificação se utiliza a comparação dos dados passados com os atuais, utilizando-se de ferramentas como histogramas, análise de Pareto e gráficos de tendência nesse momento. Também é nessa fase, que se verifica o que deixou de ser desperdiçado e os ganhos com as mudanças. Como esta etapa avalia as novas implantações, é comum aparecer efeitos secundários, estes podendo ser guardados e analisados em um próximo PDCA.

É nesse momento em que se verifica se as expectativas foram atendidas, possibilitando aumento da autoestima dos envolvidos, crescimento pessoal e a descoberta do prazer que a solução de problemas pode proporcionar às pessoas (HOSOTANI, 1992).

Parker (1995) ainda observa que nenhum problema pode ser solucionado até que as ações estejam completamente implantadas, ela esteja sob controle e apresente uma melhoria em seu desempenho.

Os responsáveis na verificação das ações tem a tarefa de se atentar se os processos estão sendo seguidos conforme projeto, e se estão alcançando os objetivos. Caso os problemas persistam em ocorrer, provavelmente é porque as causas bloqueadas não eram de fato as fundamentais no processo. Assim o método sugere que esses pontos observados devem sofrer novas análises sobre sua correta causa, e só assim quando for corrigido avançar para as próximas etapas (ARIOLI, 1998). Os passos dessa fase são mais bem entendidos na Figura 2.10 de Campos (2004).

Figura 2.10 - Fase 6 (Verificação)

<b>Fase 6 - Verificação</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Ferramentas Utilizadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Comparação dos resultados</b>	- Gráficos de Pareto, cartas de controle, histogramas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devem-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis.</li> <li>• Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação.</li> <li>• Converta e compare os efeitos também em termos monetários.</li> <li>• Verifique se todas as ações do Plano de Ação foram implementadas.</li> </ul>
2	<b>Listagem dos efeitos secundários</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda alteração no sistema pode provocar efeitos secundários, positivos ou negativos.</li> </ul>
3	<b>Verificação da continuidade ou não do problema</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, certifique-se de que todas as ações planejadas foram implementadas de acordo com o plano.</li> <li>• Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer mesmo depois de executada a ação de bloqueio, significa que a solução apresentada foi falha.</li> </ul>
	<b>O bloqueio foi efetivo?</b>	<p>- Pergunta: a causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada?</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilize as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão.</li> <li>• Se a solução foi falha, retornar ao processo 2 (Observação).</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Campos (2004)

### 2.7.1.7 Fase 7: Padronização



No processo de padronização, quando os resultados estão dentro do esperado, quer dizer que os bloqueios às causas fundamentais foram bem sucedidos, assim padrões de procedimento precisam ser modificados ou criados para irem de acordo com o novo procedimento (ARIOLI, 1998).

Para Arioli (1998), o ponto mais importante dessa etapa é a realização de um relatório que consta de forma resumida as principais etapas do trabalho, este serve de base para a elaboração do procedimento operacional padrão (POP), que para sua construção pode ser utilizado da ferramenta do 5W2H como ajuda.

O POP pode conter ilustrações, fotos, desenhos, que auxiliem na identificação da tarefa de forma mais fácil, já que o intuito é deixar clara a execução da atividade para o operador, possibilitando que ele realize a tarefa observando a instrução representada. Ainda nessa fase é importante que a equipe monitore toda a operação, fazendo com que a nova execução não seja esquecida ou modificada com o tempo e também cabe o treinamento da mesma, em modos de

reciclagem, para o operador (ARIOLI, 1998). Um melhor passo a passo da fase 7 pode ser visto na Figura 2.11.

**Figura 2.11 - Fase 7 (Padronização)**

<b>Fase 7 - Padronização</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Ferramentas Utilizadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Elaboração ou alteração do padrão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabeleça o novo procedimento operacional ou reveja o antigo ("5W 1H").</li> <li>• Incorpore, sempre que possível, mecanismos à prova de "bobeira" (<i>fool-proof</i>).</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclareça no padrão "o que", "quem", "quando", "onde", "como" e, principalmente, "por que", para as atividades que efetivamente devem ser incluídas ou alteradas nos padrões já existentes.</li> <li>• Verifique se as instruções, determinações e procedimentos implantados no processo 5 devem sofrer alterações antes de serem padronizados, com base nos resultados obtidos no processo 6.</li> <li>• Use a criatividade para garantir o não reaparecimento dos problemas. Incorpore no padrão, se possível, mecanismos à prova de "bobeira", de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador.</li> </ul>
2	<b>Comunicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicados, circulares, reuniões, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evite possíveis confusões: estabeleça a data de início da nova sistemática e as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários, ao mesmo tempo e por todos os envolvidos.</li> </ul>
3	<b>Educação e treinamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniões e palestras.</li> <li>• Manuais de treinamento.</li> <li>• Treinamento no trabalho.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garanta que os novos padrões ou as alterações nos existentes sejam transmitidas a todos os envolvidos.</li> <li>• Não fique apenas na comunicação por escrito. É preciso expor a razão da mudança, apresentar com clareza os aspectos importantes, e o que foi alterado.</li> <li>• Certifique-se de que os empregados estão aptos a executar o procedimento operacional padrão.</li> <li>• Providencie o treinamento no trabalho, no próprio local.</li> <li>• Providencie documentos no local e na forma que forem necessários.</li> </ul>
4	<b>Acompanhamento da utilização do padrão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de verificação do cumprimento do padrão.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evite que um problema resolvido reapareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões: <ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecendo um sistema de verificações periódicas;</li> <li>- delegando o gerenciamento por etapas;</li> <li>- o supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.</li> </ul> </li> </ul>

**Fonte: Campos (2004)**


### 2.7.1.8 Fase 8: Conclusão

A última fase do método é o relatório de conclusão, nesta cabem todas as observações surgidas durante as etapas, as dificuldades encontradas, soluções sugeridas e sugestões de ferramentas empregadas no método. Os efeitos secundários que venham a existir devem ser colocados aqui também e os efeitos positivos, descrever as melhorias obtidas e as negativas utiliza-las para um futuro PDCA se for necessário (ARIOLI, 1998).

Para Parker (1995) a etapa de conclusão finaliza o método de análise e solução de problemas. Trazendo os objetivos da conclusão como basicamente uma revisão de todo o processo de solução de problemas e planejamento de trabalhos futuros, ele ainda reconhece a importância de fazer um balanço de tudo que foi aprendido e a aplicação das lições aprendidas em novas oportunidades de melhoria.

Assim para melhor entender essa fase, segue uma representação na Figura 2.12.

**Figura 2.12 - Fase 8 (Conclusão)**

<b>Fase 8 - Conclusão</b>			
<b>Fluxo</b>	<b>Tarefas</b>	<b>Ferramentas Utilizadas</b>	<b>Observações</b>
1	<b>Relação dos problemas remanescentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise dos resultados.</li> <li>Demonstrações gráficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscar a perfeição por um tempo muito longo pode ser improdutivo. A situação ideal quase nunca existe. Portanto, delimite as atividades quando o limite de tempo original for atingido.</li> <li>Relacione o que e quando não foi realizado.</li> <li>Mostre também os resultados acima do esperado.</li> </ul>
2	<b>Planejamento do ataque aos problemas remanescentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicação do método de solução de problemas nos que forem importantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reavalie os itens pendentes, organizando-os para uma futura aplicação do método de solução de problemas.</li> <li>Se houver problemas ligados à própria forma como a solução de problemas foi tratada, isto pode se transformar em tema para projetos futuros.</li> </ul>
3	<b>Reflexão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexão cuidadosa sobre as próprias atividades da solução.</li> </ul> 	<p>Análise as etapas executadas do método de solução de problemas nos aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cronograma - Houve atrasos significativos ou prazos folgados demais? Quais os motivos?</li> <li>Elaboração do diagrama de causa e efeito - Foi superficial? (Isto dará uma medida de maturidade da equipe envolvida. Quanto mais completo o diagrama, mais habilidosa a equipe).</li> <li>Houve participação dos membros? O grupo era o melhor para solucionar aquele problema? As reuniões eram produtivas? O que melhorar?</li> <li>As reuniões ocorreram sem problema (faltas, brigas, imposições de ideias)?</li> <li>A distribuição de tarefas foi bem realizada?</li> <li>O grupo melhorou a técnica de solução de problemas, usou todas as técnicas?</li> </ol>

**Fonte: Adaptado de Campos (2004)**

## 2.8 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade tem sua utilização no momento da coleta, análise e execução do processo do Ciclo PDCA para adquirir resultados e mantê-los (WERKEMA, 1995). Para César (2011), o foco dessas ferramentas é o fato que elas minimizam as variações dos dados encontrados na coleta, possibilitando assim o objetivo da melhoria contínua na qualidade.

Assim, no decorrer do estudo serão vistas e utilizadas às ferramentas do *brainstorming*, fluxograma, diagrama de causa e efeito, FMEA e 5W2H.

### 2.8.1 Brainstorming

Segundo Carpinetti (2012) em variados tipos de ferramentas da qualidade o primeiro passo é a realização de um *brainstorming*. Miguel (2006) explica *brainstorming* como uma tempestade de ideias, ou seja, um grupo de pessoas que expõe suas ideias e estas sendo discutidas por todos, contribuindo assim para melhores pontos a serem analisadas.



O *brainstorming* é uma ferramenta que contribui para o planejamento, da maneira que um grupo de pessoas reúne a fim de levantar o maior número de ideias sobre determinado assunto ou encontrando maior número de problemas (MEIRELES, 2001). Abaixo segue as seis etapas básicas da composição de um *brainstorming*:

- I. Etapa - Constituir equipe: Nesse primeiro momento a equipe deve ser definida. Em geral os integrantes participantes, são aqueles do próprio setor que buscam a solução do problema;
- II. Etapa - Definir o foco e enfoque: Aqui se define o tema principal, que geralmente está ligado a uma meta ou resultado não desejado;
- III. Etapa - Geração de ideias: Momento em que o grupo lança suas ideias, não importante à qualidade e sim a quantidade;
- IV. Etapa – Crítica: Nesse momento é feito uma análise das ideias e separado aqueles que tenham relevância, ou seja, qualidade. As ideias que realmente são voltadas ao problema continuam, e as demais são eliminadas;
- V. Etapa - Agrupamento: As ideias que continuam em questão são agrupadas por semelhança, de forma a gerar grupos diferentes;
- VI. Etapa - Conclusão: Feita uma análise dos grupos separados na etapa 6, deve-se selecionar aquela ou aquelas que, quando combinadas ou isoladas, gerem alguma resposta para o problema ou a questão debatida.

### **2.8.2 Fluxograma**











Fluxograma é uma espécie de gráfico do processo, definindo o fluxo de trabalho, sendo compostos pelos transportes, estoques, atividades e na sequência em que acontecem (ROCHA, 2008). Já Aguiar (2012), define o fluxograma como um meio gráfico de visualização das atividades de uma tarefa, com o enfoque de facilitar a ideia do funcionamento.

Conforme Krajewski (2009) o fluxograma traz a direção das informações, dos clientes, equipamentos ou materiais no processo e estes são conhecidos como diagramas de fluxo, mapas de processo, mapas de relacionamento.

A utilização de fluxogramas pelas organizações é essencial, para padronização e clareza dos processos. Em todas as áreas da empresa, devem ser estabelecidos, já que em grandes momentos, as soluções dos problemas se encontram em pequenas mudanças identificadas na elaboração do fluxograma (CAMPOS, 2004). A Figura 2.13 mostra a representação dos

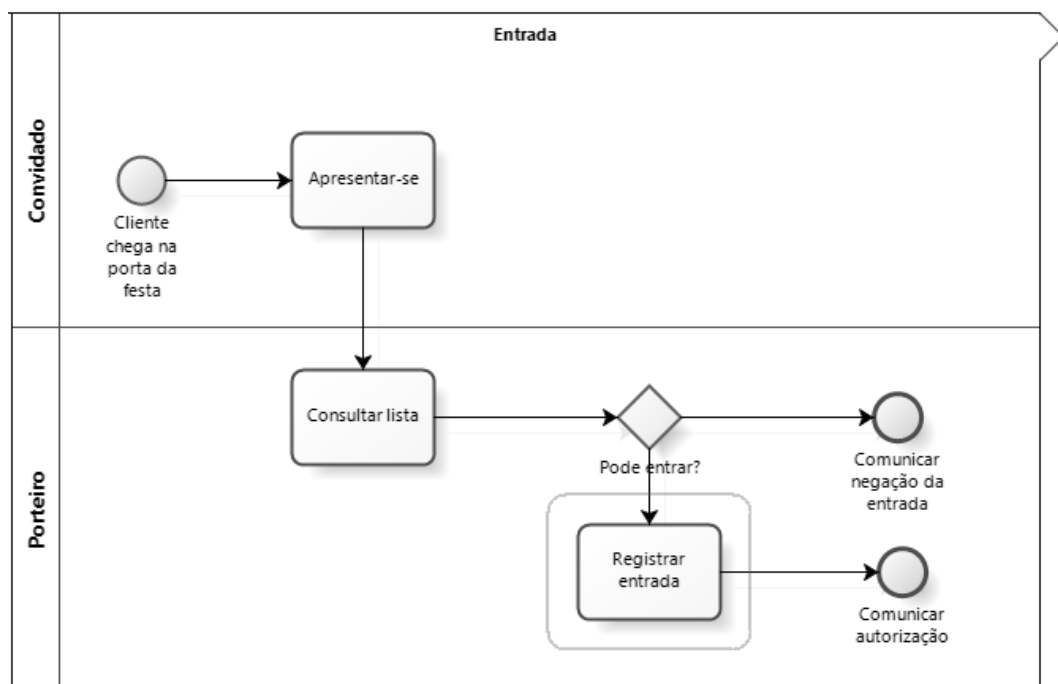
símbolos de um fluxograma e seus significados e na Figura 2.14 um exemplo de fluxograma para melhor representação.

**Figura 2.13 - Simbologia de um Fluxograma**

	Início do processo
	Representa uma etapa do processo
	Indica onde ocorre um evento intermediário no processo
	Fim do processo
	Representa o local dentro de um processo onde o fluxo pode tomar dois ou mais caminhos
	Fornece mecanismo para agrupar elementos de um diagrama informalmente
	Mecanismo que permite incluir informações adicionais ao leitor
	Permite fornecer informações de como documentos, objetos e dados são usados ou atualizados no processo
	Permite inserir um texto para informação adicional
	Permite inserir imagens armazenadas no computador

Fonte: Adaptado de Krajewski (2009)

**Figura 2.14 - Exemplo de Fluxograma (recepção de uma festa)**



Fonte: Nascimento (2012)

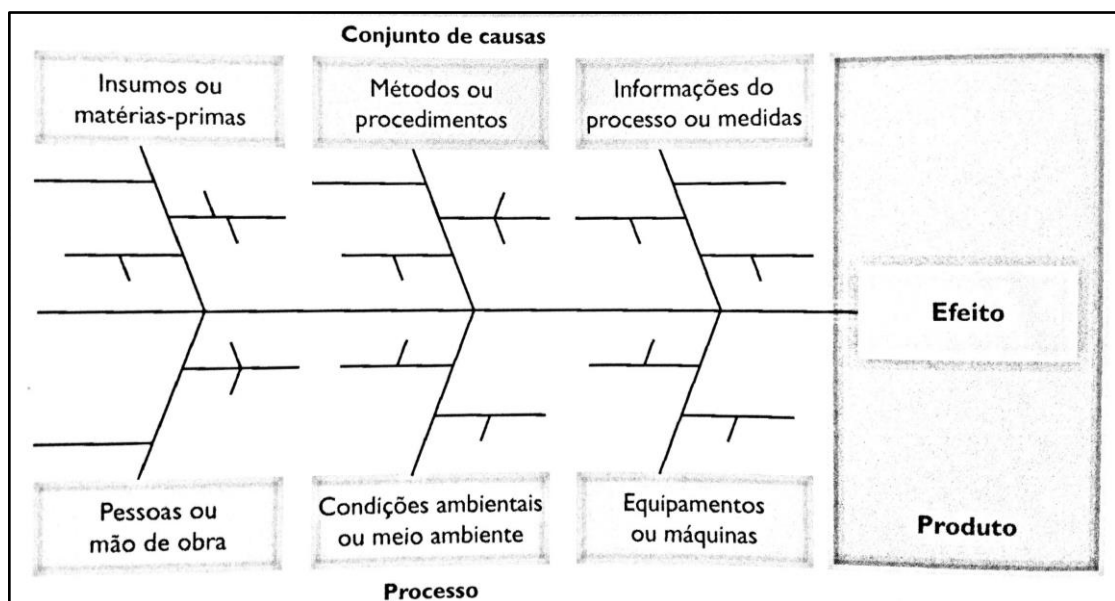
### 2.8.3 Diagrama de Causa e Efeito

Segundo Miguel (2006) esta ferramenta é um tipo gráfico de análise que representa fatores de influência, ou seja, prováveis causas, em um dado problema, gerando um efeito. Conhecida também por Diagrama de Ishikawa, por conta do nome do seu autor, ou Diagrama Espinha de Peixe, por conta da sua forma. Para a elaboração do diagrama de causa-efeito, deve se seguir os seguintes passos:

- I. Determinar o problema a ser analisado, ou seja, o efeito;
- II. Identificar as causas possíveis;
- III. Construir o diagrama, identificando as possíveis causas para cada um dos seis grupos específicos, que são: mão-de-obra, método, matéria-prima, medida e meio-ambiente;
- IV. Estudar o diagrama, identificando as verdadeiras causas do efeito;
- V. Correção do problema.

O Diagrama de Causa e Efeito é um método que apresenta a relação de causas e efeitos de um determinado processo, que por motivos técnicos podem influenciar de alguma forma o resultado desejado (WERKEMA, 1995). Na Figura 2.15, segue a representação do Diagrama de Causa e Efeito.

**Figura 2.15 - Representação de Diagrama de Causa e Efeito**



Fonte: Werkema (2013)

Para Carpinetti (2012), o Diagrama de Causa e Efeito mostra a representação da relação entre o problema e suas causas prováveis, contribuindo para a elaboração posterior de um plano de ação para tratamento das causas e resolução da questão.

#### 2.8.4 FMEA

O FMEA (Análise do Modo e Efeito da Falha) consiste em um método de análise de falhas ocorridas, ou que possam ocorrer tanto em produto ou processos, que busca a eliminação ou redução desta ocorrência. A ferramenta consiste em detectar modos de falha em uma operação e prever assim seus efeitos. Isso significa que para um modo de falha, pode existir mais de um efeito sobre o produto ou processo, dessa maneira é possível registrar por meio de formulários, análises e definir prioridades de melhoria (MELLO, 2011).

Segue na Figura 2.16 um exemplo de formulário do FMEA, para Palady (2011).

**Figura 2.16 - Exemplo de formulário FMEA**

FMEA - Análise de Efeitos e Modos de Falha									
Cabeçalho									
Funções	Modos de Falha	Efeitos	Severidade	Causas	Ocorrência	Controles	Deteção	Ações Recomendadas	Status

**Fonte: Adaptado de Mello (2011)**

Mello (2011), ainda descreve que ocorrência, gravidade, detecção e risco são índices, cujas escalas devem ser acordadas previamente. A ocorrência segundo ele é a probabilidade de a falha acontecer. O cálculo para este, pode considerar, por exemplo, probabilidade muito baixa, baixa, média, alta ou muito alta, atribuindo sobre estes um valor, ou intervalos numéricos.

Já o índice da gravidade, reflete a gravidade do efeito da falha para o possível cliente, em termos de insatisfação. Para cada nível de insatisfação é atribuído diferentes valores numéricos, por exemplo se uma bicicleta em movimento não é parada totalmente quando acionado o freio, é uma falha parcial, sendo assim menos grave do que uma falha total. Nesse caso a insatisfação do cliente é menor, do que se houvesse uma falha total, assim o índice de gravidade em números deve ser menor. Neste caso se houver mais de um efeito, pode-se ter mais de um dado de gravidade para o mesmo item (MELLO, 2011).

O índice de detecção é encontrado através do cruzamento das informações obtidas no FMEA com as informações de controles atuais. Nesse momento também se deve determinar valores correspondentes às chances de detecção, quanto maior a chance de detecção, maior será o seu valor correspondente (MELLO, 2011).

Mello (2011) orienta ainda sobre o risco, este sendo encontrado a partir da multiplicação dos valores relativos à ocorrência, gravidade e detecção. Dessa forma entendemos que quanto maior o valor encontrado, maior o risco sobre aquele ponto.

### **2.8.5 5W2H**

Essa ferramenta é baseada em um plano estruturado de medidas de controle, de ações a serem realizadas. Identificando os responsáveis, a forma para execução, o motivo, os custos de cada tarefa e os prazos para conclusão da ação (MACHADO, 2009).

Segundo Vergara (2006), o 5W2H é representado pelas iniciais de sua palavra em inglês, sendo:

- *Why* (porquê): Por que da ação ser feita?
- *What* (o que): O que será realizado?
- *Where* (aonde): Aonde será realizada?
- *When* (quando): Quando acontecerá?
- *Who* (quem): Quem são os responsáveis?
- *How* (como): Como será realizada?
- *How much* (quanto custa): Quanto custará a ação?

Para Rodrigues (2009) é interessante que as indagações sejam postas em forma de tabela, formando um formulário de medidas a serem tomadas. No Quadro 2.1 temos uma ilustração da aplicação do 5W2H.

**Quadro 2.1 – Considerações sobre aplicação do 5W2H**

5W2H	Tradução	Perguntas estimuladas
What?	O Que?	O que é isso? O que aconteceu? O que pode ser feito?
Who?	Quem?	Quem fez? Quem é responsável? Quem observou? A quem interessa?
When?	Quando?	Quando aconteceu? Quando deve ser feito? Quanto tempo leva para fazer?
Why?	Por quê?	Por que acontece? Por que isso deve ser feito? Quanto tempo leva para fazer?
Where?	Onde?	Onde fica isso? Onde o fato aconteceu? Onde a ação deve ser tomada?
How?	Como?	Como será feito?
How much?	Quanto custa?	Quanto custará para a empresa?

**Fonte: Júnior e Freitas (2005)**

## 2.9 Estudos Correlatos

Os estudos sobre o Pó de açúcar são bem reduzidos, no entanto é possível encontrar alguns autores que abordam o tema, como Cartwright e Pascon [19--] que por meio de estudos sobre explosões, identificaram que muitos produtos que geralmente são considerados não combustíveis tem o poder explosivo, como: alumínio, zinco, milho, açúcar e etc, quando estes se encontram na espécie de pó super dividido. Pelos seus estudos, afirmam que farinha, malte, café instantâneo, açúcar e leite quando em formato de pó, tem sido a causa de grandes explosões em indústrias alimentícias e ainda trazem estatísticas que comprovam que mais de 30% das explosões ocorridas, envolvem indústria alimentícia ou de ração animal.

Para Sá [199-] o perigo de explosão de determinado tipo de poeira é diretamente relacionado com a sua facilidade de ignição e com a sua gravidade da explosão. Por possuir altos índices explosivos, Sá [199-] apresenta algumas práticas dentro das organizações como meio de prevenção, medidas como: cuidado com fontes de ignição; limpeza de depósitos de pó; utilização de válvulas de alívio, contra aumento de pressões, principalmente em locais

fechados; uso de gases ou poeiras inertes, reduzindo assim a concentração de oxigênio no interior da instalação, evitando assim a propagação de chama por meio de nuvem de pó.

Betenheuser, Ferreira e Oliveira (2005) realizaram um estudo com o objetivo de descrever as variadas formas de prevenção da explosão do pó, como: treinamento dos funcionários na inspeção e manutenção das instalações; limpeza do pó depositado no processo; sistema de captação do pó em suspensão em pontos de maior impacto; instalação de um sistema de alinhamento de elevador, que identifica pontos de desvio da correia e sensores de velocidade, que detectam a patinação da correia, podendo ser foco de sobreaquecimento; trocar canecas de elevadores metálicas por plásticas, evitando possíveis fagulhas; utilização de óleo mineral em pontos estratégicos, reduzindo o pó respirável em até 95% e o pó total 75%, entre outros.

Outro estudo semelhante, realizado por Fernandes, Namba e Gozzi (2011) foi o de análise das principais causas de explosão em silos de cereais, o foco era realizar um estudo de riscos de explosões, ocasionado principalmente através de pós de grãos em contato com uma fonte ignição. Algumas hipóteses levantadas para possíveis causas foram: a primeira relacionando falhas ou ausência de ventilação, aeração e termometria com possíveis causas de explosões; a segunda é baseada na criação de uma atmosfera e nuvem explosiva e a autoignição do pó, estes podendo contribuir para uma explosão; a terceira é direcionada na falta de manutenção de equipamentos e limpeza, o qual está diretamente relacionado à falta de planejamento, estabelecimento de rotinas e treinamento por parte dos responsáveis e funcionários da área.

### **3 METODOLOGIA**

Nos tópicos abaixo seguem pontos importantes sobre o tipo de pesquisa abordada, podendo ser vista no tópico 3.1, a apresentação da empresa e de todo o seu processo é descrita no tópico 3.2 e já no tópico 3.3 segue a descrição de como se deu a coleta de dados para o estudo.

#### **3.1 Caracterização da Pesquisa**

Do ponto de vista da natureza, o estudo foi baseado em uma pesquisa aplicada, sendo que esta objetiva a geração do conhecimento sob o ponto de vista da aplicação prática, ligado à solução de problemas específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A forma de abordagem do problema é a de pesquisa qualitativa, já que está tem como fonte direta dos dados o ambiente em estudo, aqui o pesquisador tem contato direto com o meio e necessita de um trabalho mais intensivo no campo, sendo que não há qualquer manipulação por parte do pesquisador, é o que descreve Prodanov e Freitas (2013).

Para resolução de tal questão, o meio de pesquisa utilizado do ponto de vista de seus objetivos será o de natureza descritiva, já que este tem por característica registrar e descrever os fatos observados sem que haja interferência neles. Nesta é utilizada técnicas padronizada para coleta de dados, como questionário e observação sistemática. Essa pesquisa procura descobrir a natureza do fato, características, causas, relações com outros fatos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Ainda para Prodanov e Freitas (2013) as pesquisas descritivas se aproximam das exploratórias, quando estas por sua vez proporcionam outra visão do problema, ou também das pesquisas explicativas, quando elas ultrapassam a identificação das relações entre as variáveis e estabelecem a natureza dessas relações.

Quanto ao procedimento técnico para levantamento das informações, terá como método o estudo de campo, este sendo utilizado quando o objetivo é deter informações sobre um problema no qual procuramos resposta, ou de uma hipótese em que buscamos uma comprovação, ou até mesmo descobrir fenômenos e as suas relações (PRODANOV; FREITAS, 2013).



Assim, as informações colhidas sobre todo o processo de armazenamento da empresa serão postas em um fluxograma para melhor entendimento do processo e assim analisar o caso descrito utilizando do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP). Como forma de apoio no decorrer do trabalho será utilizada ferramentas da qualidade, na etapa de análise o Diagrama de Ishikawa, FMEA e fluxograma, já na etapa de ação, o 5W2H toma lugar para melhor planejamento das mudanças e na verificação um check list para facilitar o não esquecimento de pontos importantes.

### **3.2 Apresentação da empresa**

A empresa estudada foi criada com o intuito de satisfazer a necessidade de uma distribuição mais eficiente e flexível, trabalhando de forma conjunta por meio de uma administração centralizada, a empresa passou a ser responsável por todas as etapas de comercialização dos produtos de seus acionistas, assim além de contribuir na redução de custos por entre as entidades cooperantes na distribuição do produto, evitam-se pontos de gargalo entre diferentes fornecedores. Essa atua como um terminal de granéis sólidos de solução logística no transbordo e armazenamento de produtos, atuando na recepção rodoviária e expedição ferroviária de granéis sólidos (açúcar, grãos e derivados).

O terminal tem condições de receber os granéis ao longo do ano todo e o seu armazenamento é realizado em três armazéns com capacidade total de 100 mil toneladas cada.

O recebimento é realizado por meio rodoviário, e para a sua recepção à empresa conta com um pátio de triagem onde recebe os caminhões que são registrados e encaminhados para análises de qualidade. Os produtos recebidos são separados em duas partes, os grãos como: farelo, soja e milho, são passados por análises da sua qualidade por um grupo terceirizado, onde aprova ou não sua descarga. Quando aprovado este é direcionado para a descarga, quando não, são resolvidos direto com os proprietários. Já no que diz respeito ao açúcar, existe um laboratório que realiza testes de qualidade do produto, testes como a cor, umidade, granulometria, entre outros. Porém estes testes são realizados por amostragem, sendo realizados apenas após a descarga do produto, como meio de controle do material recebido. Em 2012 foi criado um novo laboratório que tem o foco na medição da umidade do açúcar trazido por todos os caminhões, esse processo ocorre antes da descarga, dependendo do resultado da análise o produto passa por diferentes processos ou a descarga direta.

A operação de transporte ferroviária é feita baseada em acordo comercial de transporte e os volumes anuais são previamente validados no período que antecede a safra. Uma vez acordado esses volumes a ferrovia se compromete em fornecer os vagões necessários para o cumprimento da carga e os acionistas a fornecerem a tal.

### **3.3 Descrição do processo**

A empresa, como já citado, decorrente de um incêndio sofrido em 2012 em um dos seus armazéns, teve a necessidade de controlar de forma mais efetiva a qualidade do produto recebido pelo cliente, para que o armazenamento e todo o processo de recebimento e expedição do produto fossem mais seguros, já que a devolução de tal seria inviável, tendo em vista que os produtos são basicamente dos acionistas da organização.

Assim, de forma a entender melhor como a empresa se sucedeu a essa questão, primeiramente foi questionado ao setor comercial se existia algum tipo de padrão de umidade do açúcar, este repassou que como a empresa trabalha como uma distribuidora ela precisa que o produto chegue ao cliente com a qualidade esperada, em especial o comércio do açúcar que tem como cliente o mercado exterior, e por contratos comerciais o produto precisa ser entregue com determinadas especificações. Uma das especificações é o teor de umidade estando entre 0,10% e 0,15%, quando abaixo desse valor representa alto índice de pó, e acima alta umidade podendo empedrar, já que o açúcar possui uma propriedade higroscópica, ou seja, pode absorver bastante água (não gera grandes problemas, porém aumenta o peso do produto e é fora de especificação).

Aliados ao fato da preocupação quanto a novo um incêndio e qualidade esperada pelo cliente explicada pelo setor comercial, à empresa necessitou aumentar o controle sobre o recebimento do seu produto, inspecionando de forma mais criteriosa a umidade do açúcar, já que o pó recebido junto ao produto pode ser fator chave para atingir um dos critérios precisos para ocorrência de novo incêndio.

Dessa maneira no setor de operação, a empresa decidiu por montar um laboratório que atua 24 horas por dia, todos os dias. Este recebeu duas balanças de umidade das usinas acionistas e assim realizam o teste de umidade do açúcar, de amostras colhidas de diversos pontos da carga, em todos os caminhões no momento da sua chegada. Quando a umidade está dentro do padrão, o laboratório libera a descarga do caminhão normalmente, quando está fora de padrão, abaixo de 0,10% é liberado o acesso mediante a descarga com outra carga (úmida) ou com

acionamento de pulverizadores que foram instalados nas correias transportadoras, que direcionam para o armazém, umedecendo assim o açúcar e reduzindo o teor de pó. Por outro lado, quando o produto está acima de 0,15% é liberado a descarga com outra carga (seca), ou caso não exista é liberado para descarga.

Esse processo de controle da umidade é realizado pelo laboratório que envia para a triagem online a situação dos caminhões. Segue no Quadro 3.1 o controle realizado pelo laboratório das medições de umidade, realizada no período de agosto/2016 (safra acontece de maio a novembro) dos primeiros 50 caminhões do dia. Nesta pode ser verificado a aprovação online da liberação da descarga ou não.

**Quadro 3.1 - Planilha das análises de açúcar (50 primeiros caminhões do dia)**

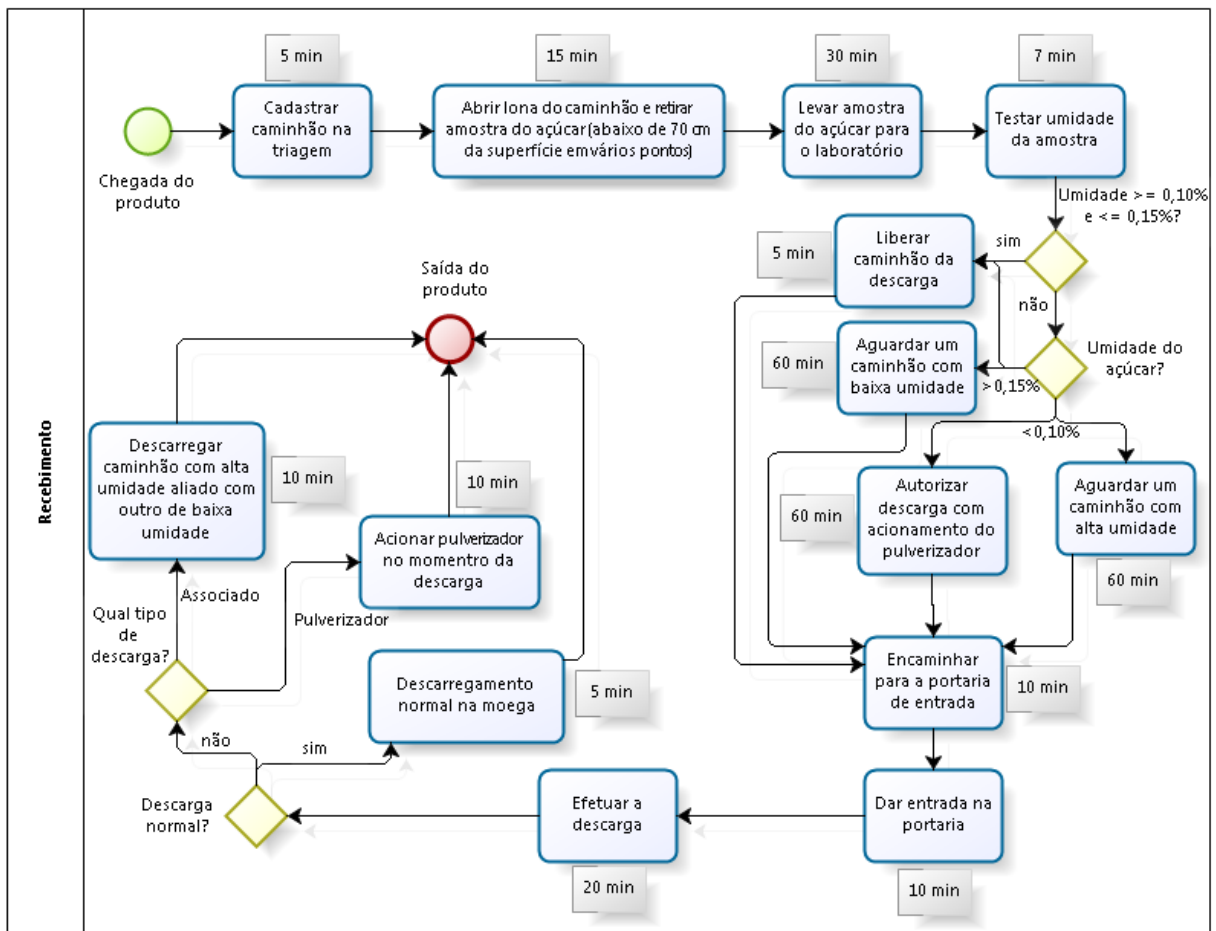
RESULTADOS DOS ENSAIOS DO LABORATÓRIO						
Data análise	Hora	Origem	PLACA DO CAMINHÃO 1	PLACA DO CAMINHÃO 2	Umidade	RESULTADO
01/ago	09:11		3 VT's x 1		0,14%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	09:15		AGP-2519		0,07%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	09:17		AMC-5870	KRA-1596	0,18%	APROVADO
01/ago	09:27		BUP-5579		0,10%	APROVADO
01/ago	09:34		BUS-1792		0,15%	APROVADO
01/ago	09:39		EKH-3631	CYN-0988	0,11%	APROVADO
01/ago	09:44		IIW-5765		0,14%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	10:22		LVL-8074		0,09%	APROVADO
01/ago	10:33		ALV-3171		0,13%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	10:38		EKH-4485		0,17%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	11:02		CLH-4080		0,08%	APROVADO
01/ago	11:02		LWY-2639		0,13%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	11:07		ATQ-8028		0,19%	APROVADO
01/ago	12:44		AUW-2887	AWO-3812	0,11%	APROVADO
01/ago	12:51		JYB-3693		0,13%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	13:02		HTP-0995		0,09%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	13:26		HTP-0993		0,08%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	14:39		ABC-8077		0,07%	APROVADO
01/ago	14:40		AMU-5777	AIK-7136	0,11%	APROVADO
01/ago	14:49		AWQ-9809	AEQ-1628	0,10%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	16:25		MDY-8919		0,07%	APROVADO
01/ago	16:30		ASP-7382	ASV-2215	0,13%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	16:50		OOM-2663	MFL-8145	0,07%	APROVADO
01/ago	17:10		GNH-2312		0,12%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	17:15		EKH-3633	GVK-2948	0,09%	REPROVADO
01/ago	17:40		HTA-8998		0,06%	APROVADO
01/ago	17:45		AAA-4516	APV-0380	0,13%	APROVADO
01/ago	18:10		BUS-1792		0,10%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	18:15		AHZ-0139	AJR-7019	0,09%	APROVADO
01/ago	19:00		ADG-4491	AAS-8848	0,12%	APROVADO
01/ago	19:15		AGQ-5484		0,16%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	21:10		HIS-9291		0,07%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	21:15		AMC-5870		0,17%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	21:20		AJK-9355		0,09%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
01/ago	21:35		AMU-6242		0,18%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
02/ago	09:14		3 VT's x 1		0,09%	APROVADO
02/ago	09:21		3 VT's x 1		0,10%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
02/ago	09:36		HVR-2590	ASX-6804	0,07%	APROVADO
02/ago	09:40		LWY-2639		0,14%	APROVADO
02/ago	09:47		AAA-8239		0,11%	APROVADO
02/ago	10:10		KRA-1596		0,12%	APROVADO
02/ago	10:19		BUS-1792		0,10%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
02/ago	10:24		ASP-7382	APV-0380	0,18%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
02/ago	10:34		ARM-1166		0,07%	APROVADO
02/ago	10:37		AWO-3812		0,12%	APROVADO
02/ago	10:42		HIS-0368		0,15%	APROVADO
02/ago	10:53		MSK-8049	MSI-5148	0,16%	AGUARDAR LIBERAÇÃO DO TSOL
02/ago	10:58		AAH-9052		0,07%	APROVADO
02/ago	12:56		EKH-4485	GVK-2948	0,10%	APROVADO
02/ago	13:00		AMC-5870		0,14%	APROVADO

Fonte: Fornecido pela empresa (2016)

Assim, a triagem quando recebe o controle, entende sobre os termos do resultado “aprovado” pode liberar o caminhão para descarga, “aguardar liberação do tsol (terminal de sólidos)” é para segurar os caminhões apenas para liberar espaço na descarga, “reprovado” os caminhões terão de esperar por outros para efetuar a descarga.

Já, no processo de retirada do açúcar do armazém para a expedição, é também realizado teste de umidade do açúcar na correia de saída, e se constatado baixo teor de umidade, os próprios funcionários do laboratório acionam os pulverizadores colocados na saída, para que não sejam transportados abaixo do limite exigido pelo mercado, caso o açúcar se encontre em porcentagem superior a 0,15% o controle não precisa ser tão rígido por não se tratar de uma situação considerada perigosa, pois o risco é apenas de empedrar e não apresenta riscos de explosões. Para melhor entender esse processo de recebimento e expedição do açúcar, segue o fluxograma geral do processo nas Figuras 3.1 e 3.2 respectivamente, com os tempos aproximados de cada processo.

**Figura 3.1 - Fluxograma do recebimento do Açúcar**

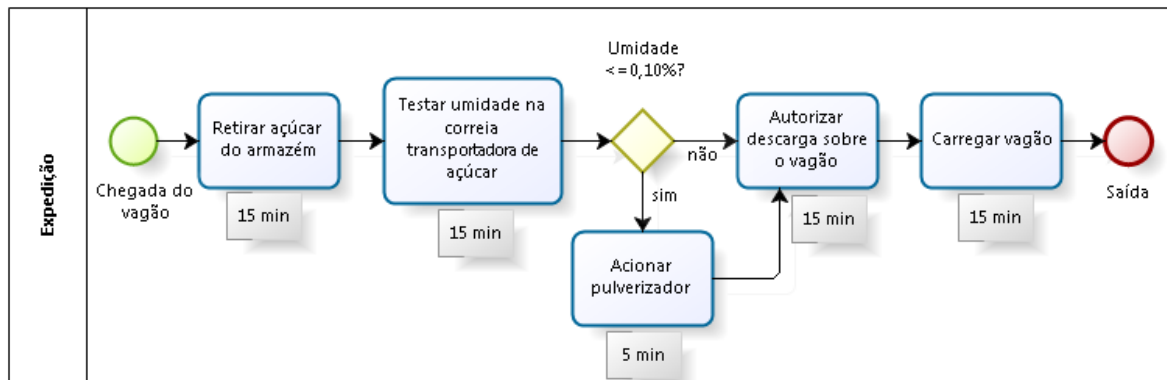


Fonte: Autor

Assim, no recebimento do produto, temos quatro situações de tempo mais preocupantes, sendo aproximados:

- Umidade  $< 0,10\%$  com pulverização = 167 min = 2 horas e 47 minutos;
- Umidade  $< 0,10\%$  associado com outro caminhão = 167 min = 2 horas e 47 minutos;
- Umidade  $> 0,15\%$  associado com outro caminhão = 167 min = 2 horas e 47 minutos;
- Umidade  $> 0,15\%$  descarga normal = 107 min = 1 hora e 47 minutos.

**Figura 3.2 - Fluxograma da expedição do açúcar**



**Fonte: Autor**

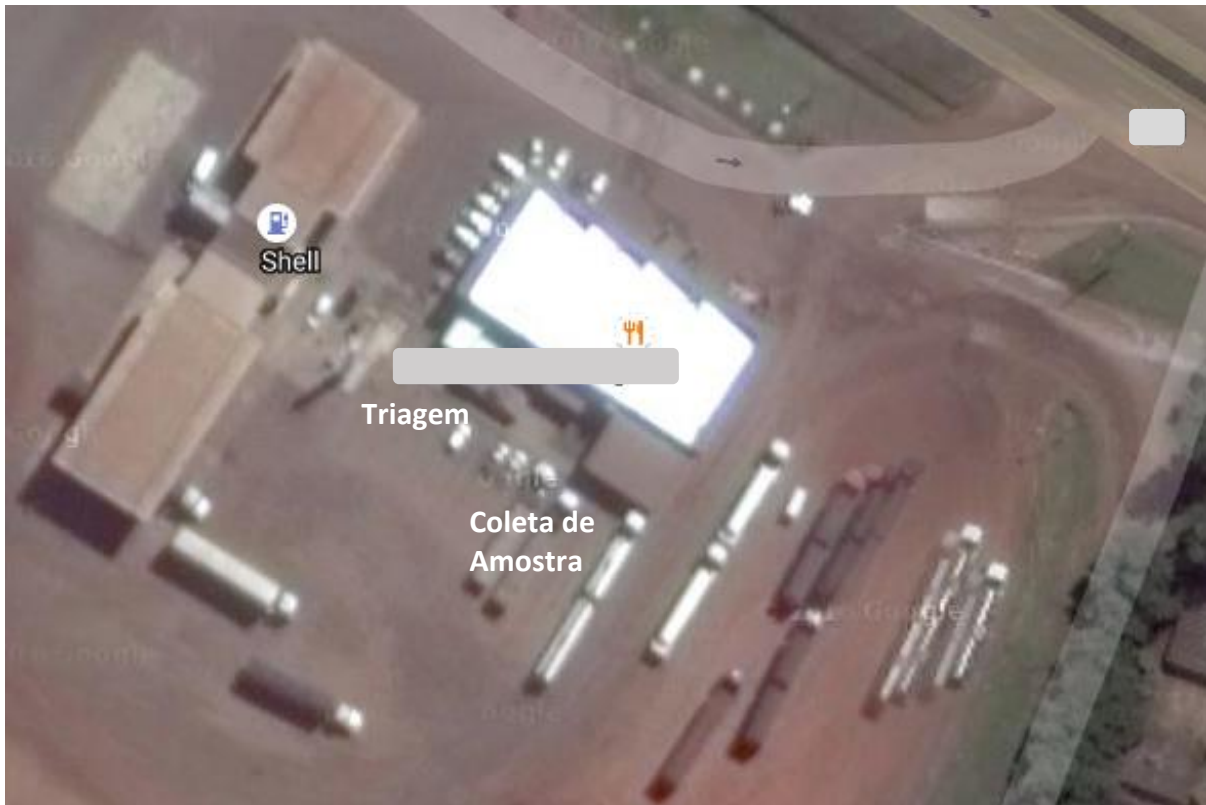
No processo de expedição podem ser notados também, os tempos com as análises de umidade do açúcar, sendo de:

- Umidade  $> 0,10\%$  carregamento normal = 60 min = 1 hora;
- Umidade  $< 0,10\%$  com pulverização = 65 min = 1 hora e 5 minutos.

Outro fato verificado é a localidade da triagem que recebe os caminhões e realiza a coleta de amostras com a distância até chegar à empresa, o trajeto tem aproximadamente 2,4 km de estrada de chão e é percorrido pelo operador responsável por levar as amostras para o laboratório e posteriormente pelo caminhoneiro para a descarga do produto.

Segue na Figura 3.3 a representação da triagem, que é o ponto de recebimento dos caminhões, onde eles são recebidos em uma portaria que é feito o cadastro e após é realizada a retirada da amostra do açúcar, onde aguardam o resultado e aprovação para posterior descarregamento.

**Figura 3.3 - Foto da triagem (recepção dos caminhões)**



**Fonte: Google Maps (2016)**

Na representação abaixo, Figura 3.4, pode ser verificado o trajeto a ser realizado da triagem até a empresa.

**Figura 3.4 - Foto do trajeto da triagem até a empresa**



**Fonte: Google Maps (2016)**

Já na representação da Figura 3.5, têm-se o trajeto da recepção, tanto do produto caminhando para análise de umidade, como do caminhão no momento da descarga na moega, até a sua saída final da empresa.

**Figura 3.5- Trajeto de caminhões e produtos dentro da empresa**



**Fonte: Google Maps**

Pela ilustração pode ser melhor representado o trajeto a ser percorrido pelo produto e pelo caminhão, na Figura 3.5 ainda observa-se todas as recepções que o caminhão deve passar. Primeiramente o caminhão chega à portaria, onde está verifica a disponibilidade para descarregar, liberando o caminhão mediante espaço dentro da empresa e operadores para efetuar a descarga, passando esse processo segue para a balança que efetua a pesagem do caminhão carregado, após se direciona para a moega, onde é realizada a descarga do produto. Depois de efetuar a descarga, o caminhão segue rumo à balança de saída, onde é pesado vazio, contabilizando assim a quantidade de produto descarregado no terminal.

Diante dessa coleta de dados, pode ser observada a criação de um novo setor, aumento do número de efetivos, novos processos, percursos de trabalho e uma burocracia envolvida por trás dessa nova realidade. Baseado nesses dados, se dará no tópico 4 uma análise sobre todos os pontos colhidos e uma nova proposta de adequação da umidade do açúcar que busque uma otimização de tempos e custos.

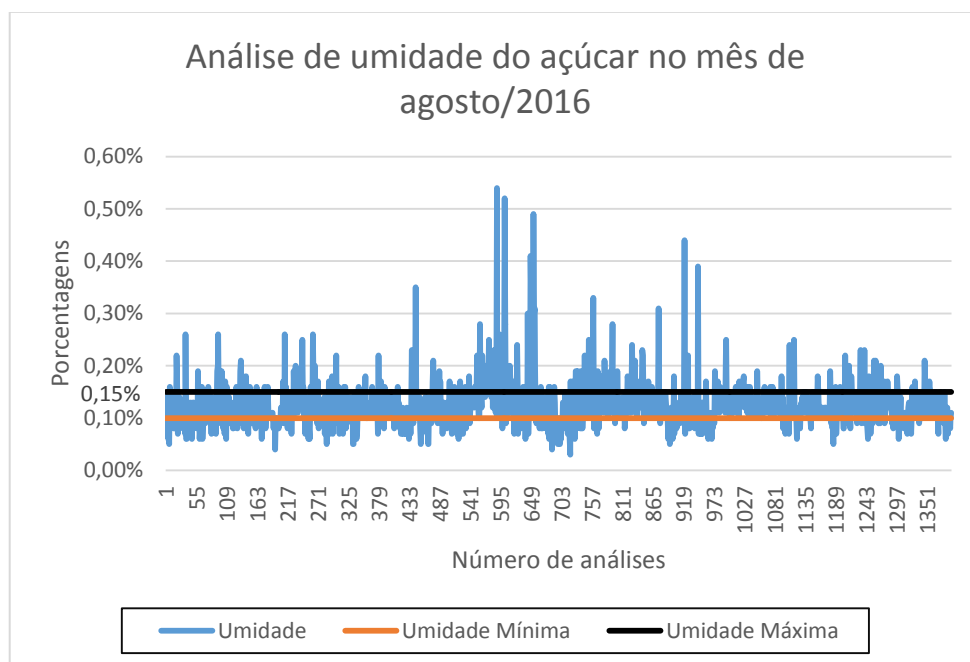
## 4 RESULTADOS/ ANÁLISE E DISCUSSÃO

Nos tópicos 4.1 a 4.8 dispostos abaixo, estão representadas todas as etapas do MASP e como se deu todo o processo para determinar uma proposta que melhor se adeque ao problema.

### 4.1 Etapa de identificação do problema

O incêndio aliado à verificação do baixo teor de umidade do açúcar recebido pela empresa, como já verificado no decorrer do estudo estão de fato relacionados. Para se verificar melhor a proporção dessa ocorrência, segue a Figura 4.1 um gráfico das análises feitas no mês de agosto/2016 e a sua alta variação, tanto abaixo de 0,10% e acima de 0,15%.

**Figura 4.1 - Gráfico das análises de umidade do açúcar do mês de agosto/2016**



**Fonte: Autor**

Pelo gráfico temos que as linhas em azul representam os teores de umidade medidos de caminhões recebidos no mês de agosto de 2016, já a linha preta de 0,15% mostra o açúcar recebido com alta umidade (podendo empedrar), e abaixo da linha vermelha o açúcar com baixa umidade de 0,10% (alto índice de pó). Diante dessa grande variação, a preocupação pela qualidade do produto passou a ser prioridade, a empresa, então, implantou o laboratório já descrito, porém, para sua estrutura foi necessário à locação de um contêiner (como



laboratório) tendo o custo de R\$ 600,00/mês, e a contratação de quatro funcionários, estes sendo auxiliares de laboratório e uma responsável contratada como inspetora de qualidade, com o custo total de aproximadamente R\$ 9659,89/mês (levando em consideração todos os encargos sobre o salário), valor aproximado tendo em vista que a empresa não fornece seus custos/lucros efetivos.

Além desses custos fixos, para essa análise do açúcar funcionar, foi preciso alocar mais dois funcionários no ponto de triagem, onde estes são responsáveis por realizar a coleta de amostra do açúcar e o transporte das amostras colhidas para o laboratório, tendo um custo total de aproximadamente R\$3.479,96/mês (levando em consideração todos os encargos sobre o salário). Valor segundo o piso salarial para a função tendo em vista que a empresa não fornece seus custos/lucros efetivos.

Outro ponto muito importante do problema foram os tempos coletados do processo de recebimento e expedição, que são basicamente por conta da análise do açúcar, podendo ser observados, nos Quadros 4.1 e 4.2 respectivamente.

**Quadro 4.1 - Recebimento do açúcar**

Recebimento		
Umidade	Descarga	Tempo
< 0,10%	Com pulverização	2 hrs e 47 min
< 0,10%	Associado com outro caminhão	2 hrs e 47 min
> 0,15%	Associado com outro caminhão	2 hrs e 47 min
> 0,15%	Descarga direta	1 hr e 47 min

**Fonte: Autor**

No Quadro 4.1 podemos observar o longo tempo gasto com o recebimento do açúcar diante da criação do laboratório, independente do tipo de descarga.

**Quadro 4.2 - Expedição do Açúcar**

Expedição		
Umidade	Descarga	Tempo
$\geq$ 0,10%	Carregamento normal	1 hr
< 0,10%	Com pulverização	1 hr e 5 min

**Fonte: Autor**

Já no quadro 4.2 a expedição do produto teve o acréscimo de tempo referente à análise de umidade na retirada do açúcar do armazém para o vagão e aumento quando utilizado o pulverizador.

E outro agravante dessa solução, foi à coleta da amostra ser realizada no ponto de triagem, tendo que ser levada para o laboratório, que realiza a análise e apenas depois da liberação, autoriza o caminhão para a descarga, o qual percorre novamente o trajeto da amostra. Além do tempo embutido em todo esse processo, já contabilizado na Figura 4.2, tem-se a distância de 2,4 km de estrada de chão.

#### **4.2 Etapa de observação**

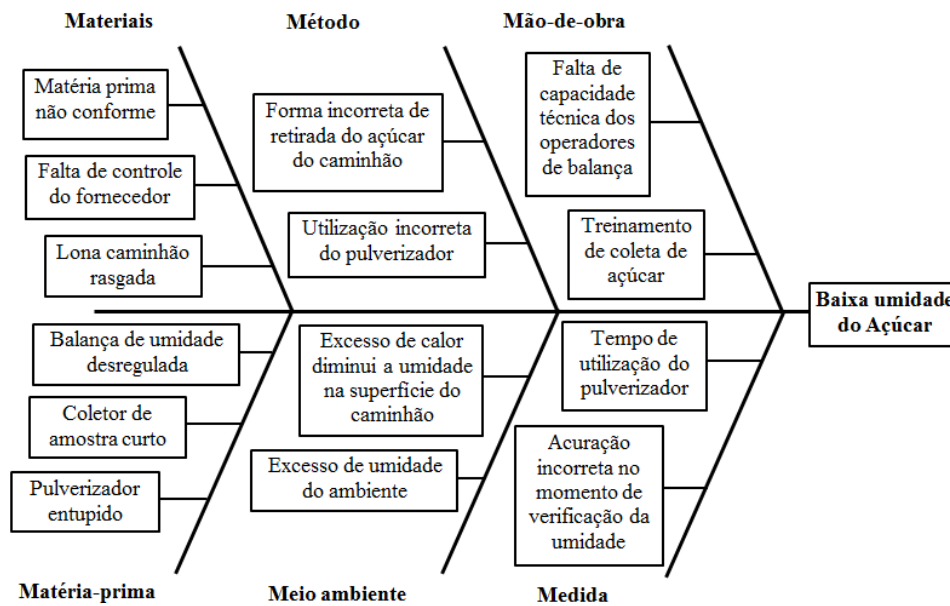
Analisando os fluxogramas das Figuras 3.1 de recebimento e 3.2 de expedição do açúcar, é fácil identificar toda a burocracia gerada em torno da umidade do açúcar, sendo: a formação de um laboratório 24 horas, contratação de funcionários; possível falha por análise humana na utilização da balança (análise de umidade), na coleta de amostra no caminhão (coletando na superfície); tempo alto de coleta e análise do produto gerando fila de espera entre os caminhões, menor produtividade na operação e ociosidade no processo.

Portanto, torna-se necessária uma intervenção neste processo, de forma a resolver essa questão buscando solução otimizada tanto no custo como no tempo, utilizando de planos de ação corretivos e preventivos para padronizar o procedimento de forma adequada e de acordo com os requisitos do cliente e da empresa, minimizando os riscos de incêndio e os todos os custos gerados a partir disso.

#### **4.3 Etapa de análise**

Seguindo as etapas do MASP, nesta fase é analisado dentre das operações, melhores soluções para o problema. Assim, como a solução dada pela empresa gerou tantos outros fatores negativos, será estudado utilizando de um *brainstorming* o problema raiz que é a baixa umidade do açúcar, e por meio desta, buscar um melhor caminho que possa reduzir custos e tempos envolvidos. Dessa maneira, foi estruturado um Diagrama de Ishikawa que tem como principal objetivo identificar quais são as possíveis “causas” para o “efeito” da baixa umidade que é o foco do estudo. Segue o Diagrama na Figura 4.2.

**Figura 4.2 - Diagrama de Ishikawa - Baixa umidade do Açúcar**



**Fonte: Autor**

Com a elaboração do Diagrama de Ishikawa e analisando as causas encontradas, pode ser verificado que estas se resumem em três grandes focos, sendo: o pulverizador, caminhão em péssimas condições de transportar a carga e utilização da balança de umidade. O que também gera outras causas para a má qualidade do produto, que giram em torno dessas. Diante dessa situação será elaborado um FMEA das principais causas, a fim de determinar um peso para tais, de forma a focar as melhorias nas que possuem um maior valor, por possuírem maior risco.

Para realizar essa análise do modo de falha e seus efeitos, foi utilizada como base para o NPR (número de prioridade de risco) a tabela que segue no Quadro 4.3, obtendo como valores para o novo problema os pesos dispostos nele.

**Quadro 4.3 - Valores adotada para o NPR (número de prioridade de risco)**

<b>Componente do NPR</b>	<b>Classificação</b>	<b>Peso</b>
<b>FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA F</b>	Improvável	1
	Muito Pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
<b>GRAVIDADE DA FALHA G</b>	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
<b>DETECTABILIDADE D</b>	Alta	1
	Moderadamente grave	2 a 5
	Pequena	6 a 8
	Muito pequena	9
	Improvável	10
<b>ÍNDICE DE RISCO NPR</b>	Baixo	1 A 50
	Médio	50 A 100
	Alto	100 A 200
	Muito alto	200 A 1000

**Fonte: Adaptado de Paul Palady (2011)**

Dessa forma, adotando os valores acima foi elaborado o FMEA de produto, este sendo a qualidade do açúcar como referência, já que todos os processos e equipamentos estão envolvidos nessa questão. Segue assim no Quadro 4.4 o componente/processo, função, modos, efeitos, causas, controle atual e os pesos atribuídos dos índices de frequência (F), gravidade (G) e detecção (D) que multiplicados resultam o valor do NPR determinado.

Quadro 4.4 - FMEA da qualidade do açúcar

Estudo de Caso		FMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha							
Local: Maringá		Setor: Terminal de Sólidos			Produto: Açúcar		Data: 14/10/2016		
Componente/ Processo	Função do componente	Possíveis Falhas			Controle Atual	Índices			NPR
		Modo(s)	Efeito(s)	Causa(s)		F	G	D	
Pulverizador	Umedecer o produto	Umedecer fora do esperado	Aumento da umidade do açúcar	Desregulagem do equipamento; Falta de preparo do operador; Falta de manutenção; Falta de limpeza nos bicos	Treinamento básico para os operadores	8	8	6	384
Caminhão recebido	Transportar o açúcar	Produto sob as intempéries	Desvia resultado de análise de umidade	Umedecer; Secar açúcar superficialmente	Orientação para coleta de amostra abaixo de 70 cm e em vários pontos	7	8	4	224
Balança de umidade	Analisar umidade do açúcar	Análise incorreta de umidade	Proceder em processos desnecessários; Realizar a pulverização sobre o produto sem necessidade; Produto armazenado fora de especificação	Balança desregulada; Falta de preparo do auxiliar; Coleta de amostra realizada incorreta	Treinamento para os auxiliares sobre uso da balança	3	8	7	168

Fonte: Autor

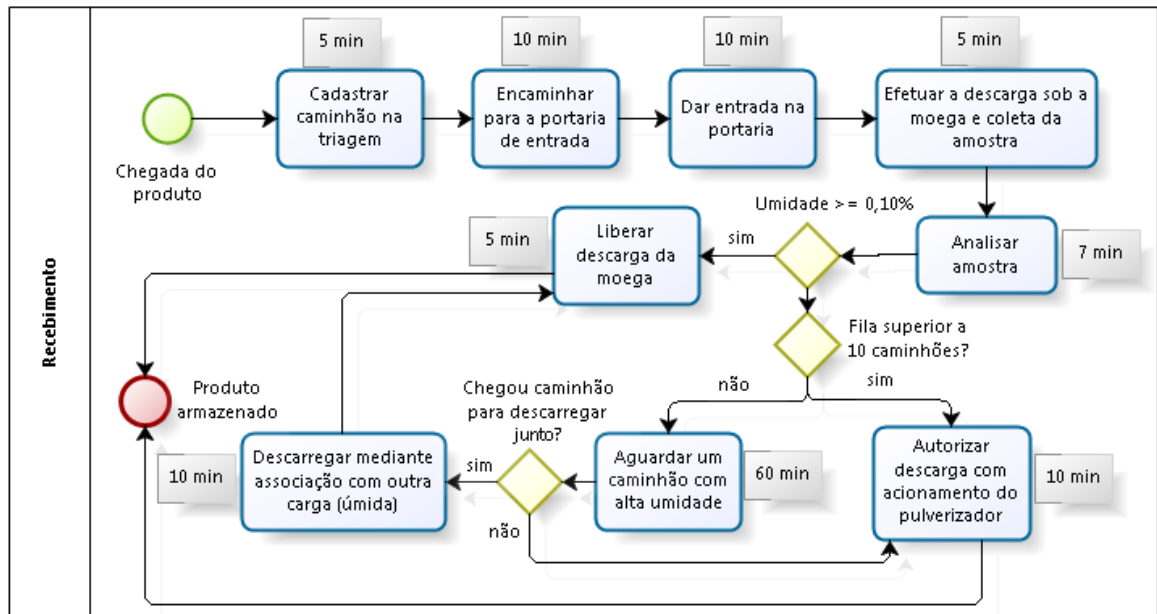
Pelo FMEA temos que o pulverizador é de fato o de maior risco, pois se não funcionar, por exemplo, permite que o açúcar seja recebido e armazenado com baixa umidade, podendo ocasionar as condições precisas para o incêndio. Outro fato aliado ao pulverizador é o de que não se têm uma regulagem correta da voltagem e tempo de funcionamento para determinada umidade necessária. E claro, o correto preparo do funcionário responsável pela utilização do equipamento.

Sobre esse problema, uma solução seria estudar as voltagens do equipamento, de forma a se montar uma relação com o tempo de utilização e a quantidade de água usada no processo, de maneira a aumentar a confiabilidade de utilização do equipamento. E para reduzir os erros de utilização da máquina, se faz necessário treinamento específico para os funcionários responsáveis e também a prática de como efetuar as limpezas dos bicos, que é de extrema importância para seu funcionamento.

O segundo fator de maior risco verificado pelo FMEA, foi o do estado do caminhão aliado à falta de preparo do responsável por coletar a amostra. Já que uma amostra coletada errada, trás resultados falsos na análise de umidade e acaba por receber um produto fora de especificação. Pensando nessa questão, junto ao fato de que todos os caminhões independentes do resultado são recebidos, uma solução seria eliminar esse tipo de coleta realizada na triagem, o que eliminaria dois funcionários e reduziria os tempos entre processos.

Por exemplo, o caminhão daria entrada na triagem e já se encaminharia para o terminal, no momento da descarga o laboratório efetuará a coleta e enquanto realiza a análise, o produto seria mantido sobre a moega, antes de ir para o armazenamento. Dependendo do resultado, o laboratório libera o produto mediante acionamento do pulverizador, ou aguardaria na moega até outro caminhão descarregar junto. Segue na Figura 4.3 o fluxograma do processo para essa proposta.

**Figura 4.3 - Fluxograma do processo com a nova proposta**



Fonte: Autor

Nesse novo procedimento o processo de aguardar outro caminhão seco para descarregar o produto, quando este estiver acima de 0,15% não ocorreria mais, no entanto já pode ser observado que a preocupação real da empresa é com relação à baixa umidade, então esse fato não seria tão agravante, pelo custo benéfico. Outro ponto que vale a pena ser mencionado é o fato de a empresa possuir quatro moegas (local onde é feito a descarga dos produtos a granel), e cada moega tem capacidade para dois caminhões, então mesmo que o produto fique mantido por um tempo ali, não geraria tanta fila de espera.

Esta medida acarretaria na redução do número de funcionários, que teria uma redução de aproximadamente R\$3.479,96/mês, diminuiria o tempo de espera dos caminhões no momento de chegada, reduziria a ociosidade na operação, os erros de coleta se tornariam quase nulos, já que estas seriam realizadas pelos próprios responsáveis pela análise da umidade. Seguem no Quadro 4.5 os novos tempos estimados, de acordo com o novo fluxograma.

**Quadro 4.5 - Recebimento do açúcar**

Recebimento		
Umidade	Descarga	Tempo
< 0,10%	Com pulverização	1 hr e 47 min
< 0,10%	Associado com outro caminhão	1 hr e 52 min
>= 0,10%	Descarga direta	42 min

Fonte: Autor

Por fim, no que diz respeito à balança de umidade, pelo fato de os próprios auxiliares de laboratório coletarem a amostra já diminui as chances de análise de um produto incorreto, outro ponto é uma maior sensibilização por parte da inspetora da qualidade de estar atuando com treinamentos mais rígidos na utilização do equipamento, reduzindo ao máximo erros na análise e propor maior cuidado com tal, por ser sensível e necessitar de limpezas frequentes para correta leitura da umidade.

Assim, para todas essas questões, serão necessários planos de ação de modo a pôr em prática todas as mudanças e deixar o processo funcionando da melhor maneira possível.

#### 4.4 Etapa do plano de ação

Para esta etapa, será utilizado o método do 5W2H para estruturar os planos de ação que podem ser desenvolvidos. A ação proposta gira em torno dos pontos de riscos detectados no tópico 4.3, sobre a utilização do pulverizador e a sua padronização de uso; os processos alterados do fluxograma que reorganizaram todos os caminhos de recepção do açúcar e por fim a melhor inspeção da utilização da balança de umidade e os cuidados a ela requeridos. Segue no Quadro 4.6 o plano de ação elaborado.

**Quadro 4.6- Plano de Ação 5W2H (mudanças propostas na recepção do açúcar)**

O quê? (What)	Por quê? (Why)	Onde? (Where)	Quando? (When)	Quem? (Who)	Como? (How)	Quanto custa? (How much)
Utilização do pulverizador	Dosar o tempo do pulverizador ligado, com a umidade do açúcar necessária; Importância da limpeza dos bicos	Correia transportadora de recebimento e de expedição	A partir da autorização da direção	Setor de manutenção treina os auxiliares de laboratório	Testes práticos da umidade do açúcar e treinamento da importância da manutenção e limpeza do equipamento	8 horas de trabalho
Treinamento dos setores para os novos processos	Realizar a correta recepção do açúcar de acordo com os novos procedimentos adotados	Triagem, portaria, balança, moega, laboratório, operação	A partir da autorização da direção	Encarregado do terminal de sólidos segue treinando todos os setores e apresentando o novo fluxograma dos processos	Treinamentos sobre a importância do novo processo, apresentando as melhorias e aplicação na prática de como atuar nos setores	3 horas de trabalho em cada setor
Treinamento de utilização da balança de umidade/ coleta de amostra	Para capacitar os funcionários ao uso correto do equipamento e a coleta de amostra para prevenir contra erros	Sala de treinamento (parte teórica), laboratório (parte prática) e moega (coleta de amostra)	A partir da autorização da direção	Inspetora de qualidade treina os auxiliares de laboratório	Treinamentos práticos e teóricas	4 horas de trabalho

**Fonte: Autor**



Dessa forma, por meio do 5W2H, os planos de ação se mostram mais detalhados e organizados, especificando os resultados esperados, recursos necessários e os responsáveis e prazos pela execução de cada uma das atividades.

#### **4.5 Etapa da ação**

A partir do plano de ação descrito no tópico 4.4, temos que primeiramente realizar treinamento para os auxiliares de laboratório e estudo quanto à utilização dos pulverizadores, estes devem ser testados, determinando o tempo especificado para que alcance as umidades necessárias de acordo com os analisados. Já que de nada adianta, obter medidas de umidade confiáveis pelo medidor, se os pulverizadores não estiverem alinhados com a quantidade de água necessária. E também realizar a correta limpeza do equipamento, tendo em vista que se os bicos do pulverizador estiverem entupidos, a quantidade de água liberada, será menor que a necessária. Segue na Figura 4.4 a foto do pulverizador em utilização entupido, dificultando o melhor funcionamento do equipamento.

**Figura 4.4 - Pulverizador entupido**



**Fonte: Autor**

O segundo passo é um dos mais críticos, pois como a proposta é alterar toda a logística das atividades, o treinamento deve ser bem detalhado e acompanhado. Nesse momento o encarregado do terminal é o responsável por treinar/demonstrar/acompanhar todos os setores alterados. Este começa pela triagem que recebe os caminhões, detalhando como estes deverão proceder no cadastro e encaminhamento para a portaria do terminal; passando pela portaria que tem que estar atenta as informações da triagem da quantidade dos caminhões que

estão dando entrada, e quando estes forem chegando, em como controlar a fila de entrada, já que a capacidade interna é de 10 caminhões e quantidade de operadores que realizam a descarga é reduzido. Já o setor seguinte é a balança, onde deve estar alinhada com a portaria, controlando os caminhões em ordem para efetuar a pesagem.

O próximo setor é o de laboratório, este deve estar bem alinhado com todos os outros, o controle é realizado via sistema, onde todos os caminhões que estão chegando podem ser verificados *online*, deixando atenta a equipe para que se possa saber qual o próximo caminhão para realizar a coleta e, posterior, análise do açúcar e em como está à fila em todo o processo, todos esses procedimentos devem ser monitorados pela inspetora da qualidade junto ao encarregado de terminal, que devem estar alinhados com a operação.

Quando liberados pelo laboratório é realizada a descarga do produto da moega para o armazém, esse processo todo é conduzido pela operação. E se necessário utilizar-se o pulverizador, a equipe de laboratório efetua o ligamento do mesmo, comunicando com a operação sobre tal procedimento. Quando termina o armazenamento, a operação comunica o laboratório que realiza o desligamento do equipamento.

Para que todo esse processo funcione perfeitamente o treinamento da inspetora para com seus auxiliares é fundamental e precisa ser bem entendido. Nesse deve haver avaliação prática dos auxiliares garantindo que tenham aprendido todos os procedimentos corretamente.

#### **4.6 Etapa de verificação**

Nesse momento é preciso verificar o andamento do plano de ação. De início, verificar se houve o treinamento e o estudo das voltagens do pulverizador de forma a tabelar os tempos com a quantidade de umidade gerada sob o açúcar, estabelecendo assim um padrão para sua utilização. Para isso pode ser feito uma avaliação periódica pela inspetora da qualidade dos procedimentos exercidos pelos auxiliares, avaliando também se estão mantendo os bicos do pulverizador limpos.

A partir do momento que os novos processos forem adotados, deve-se verificar a maneira com que está sendo aplicado, se está dando os resultados esperados e não está gerando filas de caminhões entre processos. É interessante que se efetue análises de açúcar de amostras retiradas do armazém, a fim de verificar se todo o processo tem surtido o efeito desejado, ou seja, açúcar com umidade padrão ou ao menos úmido. A inspetora de qualidade nesse momento, também deve acompanhar no dia-a-dia, se os treinamentos sobre a coleta do açúcar

e a balança de umidade foram efetivos, verificar como realizam a operação, sempre os lembrando de seguir fielmente os procedimentos passados por ela, pois é preciso ter padrão entre as atividades, de forma a garantir a qualidade esperada.

Pelo fato dessa fase ser tão importante para o sucesso do plano de ação, foi elaborado um *check list* de verificação com os pontos necessários a serem observados e a sua ordem. Neste consta um campo a ser preenchido da situação de cada um, assim no momento da checagem é descrito se está ok, ou se precisa de algum ajuste. Depois de todas essas análises, caso se identifique a necessidade de novas mudanças, é preciso voltar para um novo plano de ação, até que sejam corrigidos os pontos essenciais para o correto procedimento, segue no Quadro 4.7 o modelo do *check list* de verificação.

**Quadro 4.7 – Check List de verificação**

<b>Check List de Verificação</b>	
Pontos de verificação	Situação
1- Treinar para uso do pulverizador	( ) realizado ( ) não realizado
2- Estudar voltagens	( ) realizado ( ) não realizado
3- Tabelar tempos para quantidade de água	( ) realizado ( ) não realizado
4- Verificar limpeza dos bicos	( ) realizado ( ) não realizado
5- Padronizar em POP	( ) realizado ( ) não realizado
6- Analisar o novo fluxograma em funcionamento observando geração de filas	( ) realizado ( ) não realizado
7- Analisar amostras do açúcar retirados do armazém	( ) realizado ( ) não realizado
8- Acompanhar a coleta do açúcar e utilização da balança de umidade	( ) realizado ( ) não realizado
9- Há necessidade de novas mudanças? Caso houver, reunir a equipe de produção e discutir sobre novas perspectivas	( ) sim ( ) não
Caso a situação esteja "não realizado" parar a checagem até que o ítem seja verificado.	

**Fonte: Autor**

#### **4.7 Etapa de padronização**

Após a padronização do novo sistema de operação, onde foram realizados todos os treinamentos para os novos procedimentos e da utilização dos equipamentos (balança e pulverizador) e regulado a amperagem correta da correia para a quantidade de água necessária para atender a umidade. É preciso regulamentar os procedimentos da empresa com a nova realidade.

Os chamados POPs (Procedimento Operacional Padrão) devem ser alterados especificando a implantação do novo sistema de produção, desde a chegada do caminhão, os processos de operação dentro do terminal, a coleta de amostra, as análises da umidade pelo equipamento, o acionamento do pulverizador, e os treinamentos necessários para tais atividades. Devem ser

acrescentadas, também, na especificação de serviço do auxiliar de laboratório, essas novas atividades. Evitando assim, futuros problemas tanto burocráticos, quanto de serviços. A padronização exige os treinamentos necessários, o que também estabelece a necessidade de acompanhamento do mesmo e reciclagem em um prazo determinado, ainda mais a importância de tal questão.

#### **4.8 Etapa de conclusão**

Como método de análise e solução do problema, a utilização do MASP foi bem importante, já que por ter suas etapas bem definidas, contribuiu para o não esquecimento de partes essenciais e melhor resolução do problema. Já a ferramenta do diagrama de Ishikawa trouxe a visão individual de várias causas para o real problema, que aliado com o FMEA ampliou a visão para os pontos que deveriam ser prioritários, completando o ciclo de ação com o 5W2H este pontuando as ações a serem realizadas para a melhoria no processo.

Diante do estudo, e com a utilização destas ferramentas a solução encontrada foi muito positiva, tendo em vista que essa proposta reduziu inúmeros procedimentos, reduzindo tempos de fila, tempos entre processos, conseqüentemente tempo total da recepção do açúcar. Por exemplo, os tempos de recepção do produto até o seu armazenamento, antes da proposta demoravam em torno de 2 horas e 47 minutos, com os novos procedimentos e redução de processos, levam em torno de 1 hora e 50 minutos aproximadamente, ou seja, temos uma redução no geral de 1 hora aproximadamente. E outro ponto muito positivo é a redução do custo, tendo em vista que os dois funcionários que antes coletavam amostras e a levavam para o laboratório não sendo mais necessários, tendo uma redução de aproximadamente R\$3.479,96/mês (levando em consideração todos os encargos sobre o salário), valor aproximado tendo em vista que a empresa não fornece seus custos/lucros efetivos.

Porém deve se levar em consideração que essa proposta, acaba por deixar um pouco de lado a especificação do açúcar para acima de 0,15% de umidade. Porém esta não traz nenhum tipo de risco para operação e também não é tão significativa para o cliente externo, é um fator que pode ser pensado em uma futura melhoria.

De qualquer maneira, os resultados encontrados foram bem significativos, sem que houvesse qualquer custo adicional, ou implantação de processos muito complexos ou muito diferentes do já executado. Por mais que a proposta de melhoria tenha gerado uma significativa mudança em termos de custo e tempo, ainda podem ser estudadas novas melhorias em estudos futuros,

pensando nisso e em busca de tecnologias que possam ser empregadas, foi identificado no mercado um equipamento que realiza a análise de umidade do açúcar por meio de um sensor QB4200 (MS instrumentos) que é um transmissor NIR (infravermelho) que é instalado diretamente na esteira transportadora “conforme ANEXO A”, está podendo estar em movimento, não é necessário contato direto com o produto e não requer instalações especiais. É preciso apenas que a camada do material esteja regular, e se mantenha distante entre 150 e 400 mm do sensor. Segue na Figura 4.5 a foto do analisador em uso e do seu visor de verificação.

**Figura 4.5 - Analisador de umidade online por infravermelho e seu visor de verificação**



**Fonte: Fornecedor do equipamento (MS instrumentos)**

O visor pode ser instalado em uma distância do sensor de até 100 metros. A indicação é feita em percentual, para informar imediatamente aos operadores à umidade do produto.

A compra deste equipamento, por exemplo, eliminaria o laboratório e toda mão de obra envolvida, sem contar a exclusão de boa parte de processos na recepção do produto. Já que a informação imediata do sensor aliado à utilização do pulverizador seria uma solução completa para o problema. No que diz respeito ao custo do equipamento, em contato com o fornecedor a cotação para dois equipamentos um sendo para recebimento e outro para expedição do produto, seria R\$ 130.000,00 já com a instalação. Um investimento alto, porém de retorno rápido, já que só o custo de mão de obra do laboratório gira em torno de R\$ 9659,89/mês. É uma solução que vale a pena ser estudada em um próximo momento.

## 5 CONCLUSÃO

Os processos adotados pela empresa para controle da umidade do açúcar recebido resultaram em novos problemas de burocracia, tempo e custos. Esse estudo manteve seu foco na preocupação com a gestão desses processos, e utilizando do MASP, como principal método de análise e solução de problemas, trouxe uma nova visão sobre toda a operação.

A utilização da ferramenta de Ishikawa facilitou a análise do problema, numa visão ampliada de suas causas em potencial. O *Brainstorming* contribuiu para a coleta de uma série de ideias, com a participação dos envolvidos no processo, o que culminou em um FMEA que ajudou a determinar as causas com maiores riscos e apontou a direção para os focos de melhoria, seguidos de plano de ação utilizando o 5W2H, que conferiu entendimento às atividades por meio do planejamento detalhado das mesmas, reduzindo assim as possíveis dúvidas e duplicidades de interpretação que possam ocorrer no momento de implantação das ações.

Estas ferramentas contribuíram para que uma solução otimizada fosse encontrada, realocando e reduzindo alguns processos, o resultado foi uma redução de aproximadamente uma hora no processo de recepção/armazenagem do produto e uma redução de custo em cerca de R\$3.479,96/mês, isso sem que fosse necessário qualquer tipo de recurso extra.

O ponto negativo da solução encontrada foi que o controle sobre o açúcar úmido, não será mais aferido, porém como a quantidade de produto seco recebido é muito alta e o controle sobre sua umidade é buscando o limite mínimo de 0,10% o todo acaba por se igualar no armazenamento.

Além da proposta sugerida, segue ainda uma proposta de trabalho futuro que pode vir a reduzir em muito o custo e tempo dentro da operação, que foi a sugestão da compra de um equipamento, que realiza a análise de umidade do açúcar de forma online e sem contato. O que excluiria o processo do laboratório e tantos outros na operação, a um custo de aquisição de aproximadamente R\$ 130.000,00 para dois equipamentos, que teria um retorno em aproximadamente 1 ano, já que os custos atuais existentes beiram esse valor no ano. Sendo essa uma ideia que vale a pena ser estudada e analisada a sua viabilidade real.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2012.
- ALVAREZ, María Esmeralda Ballester. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.
- ARAUJO, Luis César G. de. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão de qualidade total, reengenharia**. Volume 1, 4 ed., São Paulo: Atlas, 2009.
- ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e Solução de Problemas – O Método da Qualidade Total com Dinâmica de grupo**. Rio de Janeiro: Ed. *Qualitymark*, 1998.
- BAI, C. *The explosion overpressure field and flame propagation of methane / air and methane / coal dust / air mixtures*. *Safety Science*, Amsterdam, v. 49, n. 10, p. 1349-1354, Dec. 2011.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes. **Implantação da Qualidade Total na Educação**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- BATISTA, Fabiana; PIRES, Fernanda. **Incêndios forçam usinas a ajustar produção de açúcar, 2014**. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/3741892/incendios-forcam-usinas-ajustar-producao-de-acucar#ixzz3GmUUITrf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.
- BAZERMAN, Max. **Processo decisório: para cursos de administração e economia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- BETENHEUSER, Cláudio; FERREIRA, Carlos Rodrigo; OLIVEIRA, Osvaldo Thibes Chaves. **Explosão de pó em unidades armazenadoras e processadoras de produtos agrícolas e seus derivados, 2005**. Disponível em: <[http://www.uepg.br/denge/eng\\_seg\\_2004/TCC/TCC%2017.PDF](http://www.uepg.br/denge/eng_seg_2004/TCC/TCC%2017.PDF)>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Belo Horizonte: INDG TecS Editora, 2004.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARTWRIGHT, Paul; PASCON, Paulo. **Explosões, [19--]**. Disponível em: <<http://www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/explosoesI.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.
- CARVALHO, Marly Monteiro; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: Teoria e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- CERQUEIRA, J. P. **A Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.
- CÉSAR, Francisco Ignácio Giocondo. **Ferramentas Básicas da Qualidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Marques- Biblioteca 24 horas, 2011.
- DAYCHOUM, Merhi. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. 1. ed. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

ECKHOFF, Rolf Kristian. *Dust explosions in the process industries*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Elsevier Science, 2003.754p.

FAO (Food and Agriculture Organization On The United Nations). **Renewable biological systems for alternative sustainable energy production**. Osaka, 1997.

FERNANDES Marcelo Eloy; NAMBA Camila Eiko Yakawa; GOZZI Marcelo Pupim. **Estudo de prevenção de acidentes por explosões verticais para abastecimento de cereais, 2011**. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STP\\_138\\_877\\_18380.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STP_138_877_18380.pdf)>. Acesso em 25 ago. 2016.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo 2010.

FERREIRA, Emerson. **Método de Solução de Problemas: “QC Story”**. Universidade Federal da Bahia, curso de especialização, Bahia, aulas de 13 á 16/09/2005. 2005.

GOOGLE MAPS. **[Imagens da triagem e trajetos dos caminhões]**. 2016. Nota (Cidade de Maringá-Pr). Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Maring%C3%A1+-+Florian%C3%A1+-+PR/@-23.4108407,-52.110695,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94ecd6ee42618c1f:0xc356592828e03925!8m2!3d-23.4209995!4d-51.9330558>>. Acesso em: 15 mai. 2016

HOSOTANI, Katsuya. *The QC problem solving approach: solving workspace problems the Japanese way*. Tokyo: 3A Corporation, 1992.

JÚNIOR, Oscar Pereira de Lima; FREITAS, Adolfo Júlio Porto de. **Estudo das Disfunções do Fluxo de Informação do Arquivo de Departamento Financeiro da Empresa Z. S/A: Aplicação da Técnica 5W2H**. Biblionline, v. 1, n. 1, 2005.

KRAJEWSKY, Lee; RITZMANN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MACHADO, Roberto. **Como fazer plano de ação 5W2H e modelo de exemplo em planilha, 2009**. Disponível em: <<http://www.doceshop.com.br/blog/como-fazer-plano-de-acao-5w2h-e-modelo-de-exemplo-em-planilha/>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

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

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da Qualidade**. Pearson Education do Brasil: São Paulo, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

NASCIMENTO, Marcel. **Bisagi – Primeiro Passo, 2012**. Disponível em: <<http://construindoumanalistadeprocessos.blogspot.com.br/2012/07/bizagi-primeiro-passo.html>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

OAKLAND, John. **Gerenciamento da Qualidade Total**. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, Otávio. **Gestão de qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Pioneira, 2004.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão de qualidade: Teoria ePrática**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.



PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeito: Prevendo e Prevenindo Problemas Antes que ocorram**. 5. ed. São Paulo: IMAM, 2011.

PARKER, Graham W. *Structured Problem Solving: A Parsec Guide*. Hampshire: Gower, 1995.

PRODANOV Cleber Cristiano; FREITAS Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Feevale: Novo Hamburgo, 2013.

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

RODRIGUES, R.C. **5W2H: A ferramenta do curioso, 2009**. Disponível em: <[https://www.oficinadanet.com.br/artigo/1963/5w2h\\_a\\_ferramenta\\_do\\_curioso](https://www.oficinadanet.com.br/artigo/1963/5w2h_a_ferramenta_do_curioso)>. Acesso em: 30 ago. 2016

SÁ, Ary de. **Explosões – O Perigo dos Grãos, 1998**. Disponível em: <<ftp://ftp.feq.ufu.br/Luis/Seguran%E7a/Seguranca/explosaoperigodosgraos.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2016a.

———. **Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas, [199-]**. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/poeiras-explosivas.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016b.

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

SILVA, Prof. Luis César. **Explosões em Unidades Armazenadoras de Grãos, 1999**. Disponível em: <[http://www.uepg.br/denge/eng\\_seg\\_2004/TCC/TCC%2017.PDF](http://www.uepg.br/denge/eng_seg_2004/TCC/TCC%2017.PDF)>. Acesso em: 10 mai. 2016.

VERGARA, Sylvia Constant. **Gestão da Qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

VORDERBRUEGGEN, John. *Imperial sugar refinery combustible dust explosion investigation*. *Process Safety Progress, New York*, v.30, n.1,p. 66-81, Mar. 2011.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas Para o Gerenciamento de Processos**. 1. ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

———. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2013.

## ANEXO A



### Boletim Informativo

#### Aumentar a umidade do açúcar, uma importante ação preventiva contra incêndios em silos de estocagem

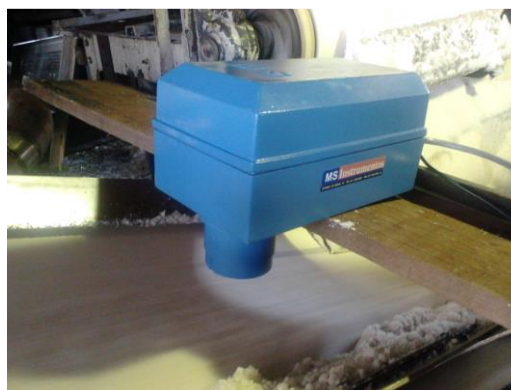
Em outubro de 2013, o Terminal Açucareiro da Coopersucar, localizado no Porto de Santos, pegou fogo queimando 180 mil toneladas de açúcar bruto e deixando quatro pessoas feridas. O maior incêndio da história do Porto de Santos foi tão grave que chegou a provocar o aumento da commodity no mercado internacional. A catástrofe foi seguida posteriormente de incêndios nos terminais de açúcar da Rumo Logística, em Santos, da Cargil, no Guarujá, e da Agroviva, em Santa Adélia, todos resultando em enormes prejuízos.



Após todos esses acidentes foram criados Grupos de Trabalho e Comissão de Estudos, reunindo profissionais de áreas multidisciplinares e aprovou-se várias sugestões para melhorar a proteção contra incêndio em silos de açúcar seco a granel. Durante as reuniões do Grupo de Trabalho foram apresentados dados indicativos que podem mostrar o porquê de haver um aumento tão acentuado de incêndios. Um dos principais fatores é a granulação, pois o açúcar produzido atualmente está mais fino e, conseqüentemente, mais seco, condição esta que gera mais partículas atmosféricas e traz mais riscos de combustão. A ação preventiva e admitida seria aumentar a umidade do açúcar estocado, pois o produto muito seco contribui de maneira elevada na propagação do incêndio. O ideal é que o açúcar possua entre 0,10% e 0,15% de umidade, para não levantar pó durante as operações de carga e descarga. Representantes de algumas usinas, presentes nas reuniões, demonstraram que estarão empenhados em modificar a umidade durante a produção, fazendo-se ajustes no processo de fabricação do açúcar, ainda que estas mudanças exijam tempo e investimentos.

#### Como Aumentar a Umidade no Processo com Segurança

Aumentar a umidade significa acrescentar água no processo, ou maximizar a secagem do produto, porém com critérios que não comprometam a qualidade e nem impactem nas características do mesmo. Para esta finalidade, é preciso medir a umidade em linha, com exatidão, para assim tomar as ações corretivas necessárias ao processo. Existem atualmente no mercado de instrumentação diferentes tecnologias para determinação de umidade, porém com precisão limitada às características químicas do produto, condições de processo e agressividade dos ambientes industriais. A medição através da tecnologia NIR (infravermelho) mostrou ser a mais eficiente, pela forma on-line e sem contato de medição, e pela robustez característica destes analisadores.

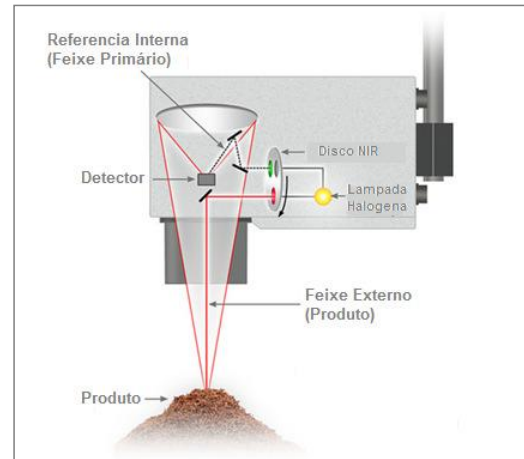


O medidor **QB4200** da MS INSTRUMENTOS cumpre de forma satisfatória os requisitos necessários para atender a aplicação, pois provém uma medição precisa em tempo real, sem qualquer contato com o produto, de fácil aplicação e não afetada pela velocidade de transporte, temperatura ou diferentes colorações ou tipos de açúcar.

## QB4200 - Descritivo Técnico

### Sensor/Transmissor NIR

O sensor/transmissor do analisador **QB4200** emprega uma tecnologia onde um feixe de luz infravermelha, de específica energia, é opticamente projetado sobre o material a ser medido, e parcialmente absorvido pela água contida no produto. A medição é feita por um detector óptico de alta precisão que quantifica a luz refletida e converte esta informação em um sinal elétrico, proporcional a umidade real do produto. O sensor/transmissor NIR pode ser instalado diretamente no processo, em esteiras transportadoras, transportes helicoidais, pneumáticos, ou gravimétricos. É necessário somente que o sensor esteja constantemente focalizando o fluxo de produto, e distando entre 100 e 400 mm da camada de material. A instalação pode ser na transferência de material durante o processo, saída do secador ou em qualquer posição onde seja importante conhecer e controlar a umidade.



### Interface para Operador

O **QB4200** é fornecido juntamente com um painel para visualização do operador. A indicação é feita através de display LCD em cores, e o acesso através de teclado touch-screen. A leitura é mostrada em unidade percentual, e com gráfico de tendência. Os nomes das variáveis medidas e dos produtos também são registrados no display. Nesta mesma interface é feita a calibração e toda configuração do **QB4200**.



### Controle do Processo

Com a medição on-line, o controle do processo pode ser feito através de ações operacionais, onde manobras são realizadas para interagir diretamente de forma corretiva. O **QB4200** disponibiliza sinais analógicos e digitais para serem interligados a quaisquer programas lógicos de controle e com isso estabelecer o controle automático de processos de re-umidificação, secagem ou qualquer outro onde a variável umidade seja um item interativo ao processo. Um software operacional em ambiente Windows também é fornecido para armazenamento e registro de dados, permitindo assim rastreabilidade e gerenciamento de qualidade.



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**