

USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM ANÁLISES DE FALHA EM UMA USINA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Kanandra Verony Lopes de Medeiros¹

Adrielle Marques Mendes da Silva²

RESUMO

O propósito deste trabalho é avaliar se as análises de falha, realizadas no ano de 2015 através do uso de ferramentas da qualidade, contribuíram para o aumento do aproveitamento de tempo industrial no ano de 2016 e indicar qualitativamente os ganhos obtidos. O estudo foi realizado em uma usina sucroalcooleira localizada no município de Quirinópolis, sudoeste de Goiás. Foram realizadas coletas de dados *in loco*, no *software* Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados (*SAP*), no qual foram registradas todas as paradas de moagem por meio de notas de parada e no *Lotus Notes*, software, sendo neste registradas as não conformidades oriundas do processo ou de auditorias. Observou-se que após a aplicação das ferramentas da qualidade, houve uma melhoria significativa no ano de 2016 nos indicadores de aproveitamento de tempo industrial e as horas de parada. Devido à dinâmica do processo, algumas falhas reincidiram, tendo como motivo a divergência entre as causas raízes do primeiro evento para os posteriores, sendo assim necessário realizar novamente o ciclo das ferramentas da qualidade para identificação das causas. No entanto, o balanço geral é satisfatório, tendo uma redução de 66,6 % nas horas paradas após aplicação do ciclo de ferramentas.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade. Análise de Falha. Aproveitamento de Tempo.

1 Acadêmica do curso de graduação em Engenharia de Produção.

2 Professora da Universidade de Rio Verde – Orientadora.

1 INTRODUÇÃO

As organizações buscam constantemente meios de manterem-se competitivas em seus mercados de atuação, e para isso são feitas implantações de práticas que potencializam seu desempenho e conseqüentemente, sua eficiência e eficácia, objetivando sempre atender a crescente expectativa do mercado consumidor (JÚNIOR E OLIVEIRA, 2014).

Nesse cenário, a evolução da qualidade ocorrida no século passado levou ao surgimento de várias técnicas que beneficiam o gerenciamento da qualidade de produto e processo nas operações de produção da cadeia interna de valor (Carpinetti, 2010). No mesmo sentido, Carpinetti (2010) aponta que o que chamamos de ferramenta da qualidade visa aumentar a produtividade, buscando atingir o melhor custo benefício no processo, identificando as perdas e aumentando a competitividade da empresa em seus serviços ou produto final.

Nesse sentido, Carpinetti (2012) salienta que utilizar algumas ferramentas é necessário, pois auxilia o gestor na hora da identificação, priorização e solução de problemas na empresa, mobilizando uma política de qualidade constante.

Com o uso sistematizado dessas ferramentas, é possível fazer um diagnóstico da origem causadora dos problemas, sendo esse processo nomeado por Muniz *et al.* (2016) como Causa Raiz. O autor destaca que consiste em um processo indispensável para qualquer organização, possível de ser aplicado em todos os segmentos do processo produtivo, suprimindo a necessidade de eliminar a reincidência de falhas. Após a mensuração da origem das falhas, possibilita-se a utilização de técnicas e estratégias eficientes, tanto no âmbito operacional, como de manutenção, otimizando a disponibilidade da planta e conseqüentemente a eficiência da produtiva da unidade.

Quanto à resolução dos problemas, podemos pensar com Lima *et al* (2014), que investir no planejamento e decisões das estratégias a serem aplicadas para a minimização ou eliminação dos agentes de perdas, é indispensável. Essa ação só é possível através de melhor entendimento das atividades e seus efeitos no fluxo na produção.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar se as análises de falha, realizadas no ano de 2015, através do uso de ferramentas da qualidade, contribuíram para o aumento do aproveitamento de tempo industrial no ano de 2016, caso positivo, serão indicado qualitativamente os ganhos obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são utilizadas para gestão, que por sua vez é obtida através do conjunto de operações dentro de uma organização (CARPINETTI, 2010). Para Abrantes (2009), de forma geral, as operações produtivas são compostas por centenas e até milhares de tarefas, normalmente realizadas sem um planejamento analítico, utilizando assim somente o conhecimento tácito operacional. Sendo assim, as ferramentas de qualidade viabilizam o processo de gestão por meio de análises, gráficos de tendências e relações de causa e efeito, sendo tais dados acessíveis aos gestores do processo produtivo (CAMPOS, 1994).

Para Toledo (2001), todas as empresas devem buscar a qualidade, através de um conjunto de atividades que definam parâmetros e padrões de seu produto. Esse objetivo vai desde agir sobre um amplo conjunto de técnicas, que compreende todo ciclo de vida do projeto, até o consumo final do produto. Dentre as técnicas pode-se citar: 5Porquês, 5w2h, Brainstorming, Ishikawa, as quais possuem características individuais que, usadas em conjunto, se completam.

2.1.1 *Brainstorming*

Com o objetivo de elevar ao máximo as ideias, soluções e a capacidade criativa de um indivíduo, o brainstorming ou “tempestade de ideias”, é uma técnica utilizada de forma coletiva. Priorizando as ideias de forma quantitativa e não qualitativa (ABRANTES, 2009).

O brainstorming é dividido em três fases, onde a primeira concete na criação de ideias, a segunda no esclarecimento do processo e a terceira, destinada para a avaliação das ideias propostas (SELEME E STADLER, 2010).

Seleme e Stadler (2010) apresentam os passos para a realização do brainstorming:

- 1) Escolher um membro para facilitar a definição do objetivo;
- 2) Formar grupos no máximo de dez pessoas;
- 3) Escolher lugares que estimule a criação de ideias;

- 4) As ideias deverão ser entregues pelos participantes no prazo de dez minutos, não deve haver censura;
- 5) Deve haver uma revisão e consideração das ideias;
- 6) As ideias devem ser coladas em locais visíveis pelo facilitador;
- 7) Ideias já apresentada deverão ser eliminadas;
- 8) Ideias que fogem do objetivo deverão ser eliminadas;
- 9) A partir do consenso dos participantes as ideias restantes serão selecionadas;

A prática do brainstorming é interessante quando envolve toda equipe para busca de novas soluções e melhorias para um processo (ABRANTES, 2009).

2.1.2 Os “5 porquês”

O criador do método cinco porquês foi o professor Taiichi Ohno, o mesmo consiste em fazer perguntas para descobrir as causas raízes de um determinado problema em questão (LUCINDA, 2010).

Belohlavek (2006), comenta cada um dos porquês:

- ✓ O porquê de “como funciona” algo - primeiro “porquê”, permite determinar problemas do ponto de vista operacional, a partir da descrição do funcionamento;
- ✓ O porquê da “lógica intrínseca” de algo - o segundo “porquê”, parte de uma ponto de vista lógico, onde os problemas são resolvidos de forma que não haja desajuste funcional;
- ✓ O porquê da “análise causal” - o terceiro “porquê” permite ir mais além do problema e analisar os limites do mesmo;
- ✓ O porquê da “análise conceitual” - o quarto “porquê” a partir da natureza o problema é analisado, do contexto no qual está implantado;
- ✓ O porquê das “leis naturais” – o quinto “porquê” possibilita encontrar soluções para os problemas de nível universal, cujo os efeitos também são universais.

O método dos 5 porquês é uma abordagem científica, utilizada no sistema Toyota de Produção, para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios (OHNO, 1997). O método consiste em perguntar o porquê de um problema sucessivas vezes, para se encontrar a sua causa raiz.

2.1.3 5W2H

Segundo Daychouw (2008), são feitas sete perguntas para que seja tomada uma ação, com o objetivo de apoiar o planejamento de forma geral através das informações coletadas. O método, 5W2H, são termos de origem da língua inglesa *What*, *Why*, *When*, *Who*, *Where*, *How*, *How Much*.

Abrantes (2009) descreve as sete perguntas:

- ✓ O que deve ser feito? (*What?*). (Ação);
- ✓ Por que deve ser feito? (*Why?*). (Objetivo ou meta);
- ✓ Quando deve ser feito? (*When?*). (Prazos a cumprir);
- ✓ Quem fará? (*Who?*). (Responsáveis)
- ✓ Onde será feito? (*Where?*). (Localização);
- ✓ Como será feito? (*How?*). (Processo a ser seguido);
- ✓ Quanto custará? (*How much?*). (Orçamento);

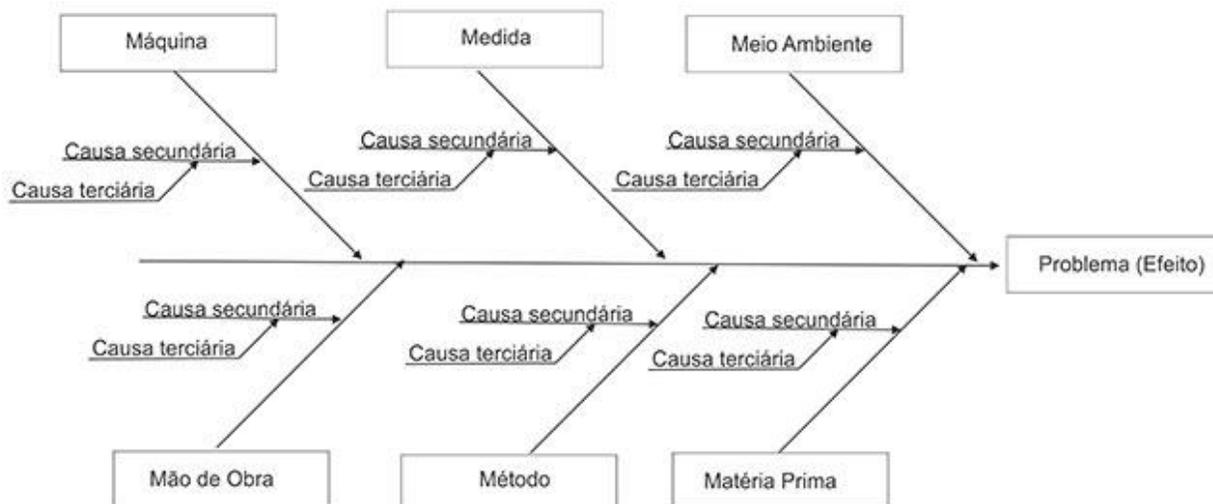
2.1.4 Diagrama de Ishikawa (Diagrama de Causa e Efeito)

O diagrama de Ishikawa ou diagrama de causa e efeito é uma ferramenta muito utilizada para indicar relações existentes entre, resultados de um efeito e suas causas, que por razões técnicas, venha a afetar os resultados desejados (WERKEMA, 1995).

Devido seu formato, este método também pode ser conhecido como Espinha de Peixe, o mesmo consiste em, indicar as origens de um problema existente indo de encontro com a causa raiz, não ficando apenas em causas que aparentemente são óbvias, pois na grande maioria, são apenas consequência de causas anteriores (MIGUEL, 2006).

De acordo com Paladini (1997), de início, para construir o diagrama de causa e efeito, deve ser feito uma identificação do efeito a ser considerado, colocando-o no lado direito do diagrama.

FIGURA 1 – Estrutura do diagrama de causa e efeito



Fonte: MARCONDES (2006)

2.2 ANÁLISE DE FALHA

Tendo em vista que todo equipamento em algum momento irá apresentar algum tipo de falha, e que minimizá-las é tarefa inerente a uma boa gestão da produção e da manutenção, ter um sistema de acompanhamento e controle das mesmas é de extrema importância (ZOLIN, 2011).

O propósito da análise de falha é a solução de um problema que está afetando diretamente ou indiretamente o desempenho ou que não executam suas funções de maneira segura, assim deve-se observar minuciosamente e coletivamente todas as características relacionadas ao problema (TAKAYAMA, 2008). Não é possível implantar melhorias no sistema de estudo, sem a determinação da causa física da falha, tornando assim essa análise nula (BAZI E TROJAN, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma usina produtora de etanol a partir da cana-de-açúcar, localizada no município de Quirinópolis, sudoeste de Goiás. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a qual segundo GIL (2010) consiste na utilização de dados que já foram analisados, ou seja, artigos científicos e livros publicados, os quais disponibilizam teorias e análises para atenderem a outras pesquisas.

A pesquisa caracteriza-se ainda como um estudo de caso, o que para Yin (2005) é uma metodologia que trata a lógica de planejamento do processo de coleta de dados e das abordagens características para análise dos mesmos. O estudo de caso é um meio de pesquisa abrangente, uma vez que ao analisar um caso, o faz com vistas em uma representatividade para outras situações.

As coletas de dados foram realizadas *in loco*, no *software SAP*, onde são registradas todas as paradas de processo por meio de notas de parada e no *Lotus Notes*, software onde são registradas as não conformidades oriundas do processo ou de auditorias.

Em relação aos dados coletados das safras de 2015 e 2016 foram: 1- Aproveitamento de tempo eletroeletrônico, mecânico, operacional, que compõem o industrial; 2- a quantidade de horas de parada por esses motivos e 3- os registros de não conformidades devido a paradas de moagem ocasionadas por falhas nos equipamentos da área industrial. Os dados foram estruturados no *software Microsoft Excel 2013*, possibilitando sua análise. Foi tomada como exemplo, apenas uma não conformidade do processo, onde foi demonstrado a aplicação das ferramentas da qualidade para identificação da causa raiz.

Por meio do estudo dos dados, foi verificado se a quantidade de horas de parada na safra 2016, devido a falhas nos equipamentos, foi menor que em 2015 e se os motivos das paradas de 2015 foram resolvidos através das análises dos registros de não conformidades, ou seja, se eles não impactaram no aproveitamento de tempo em 2016.

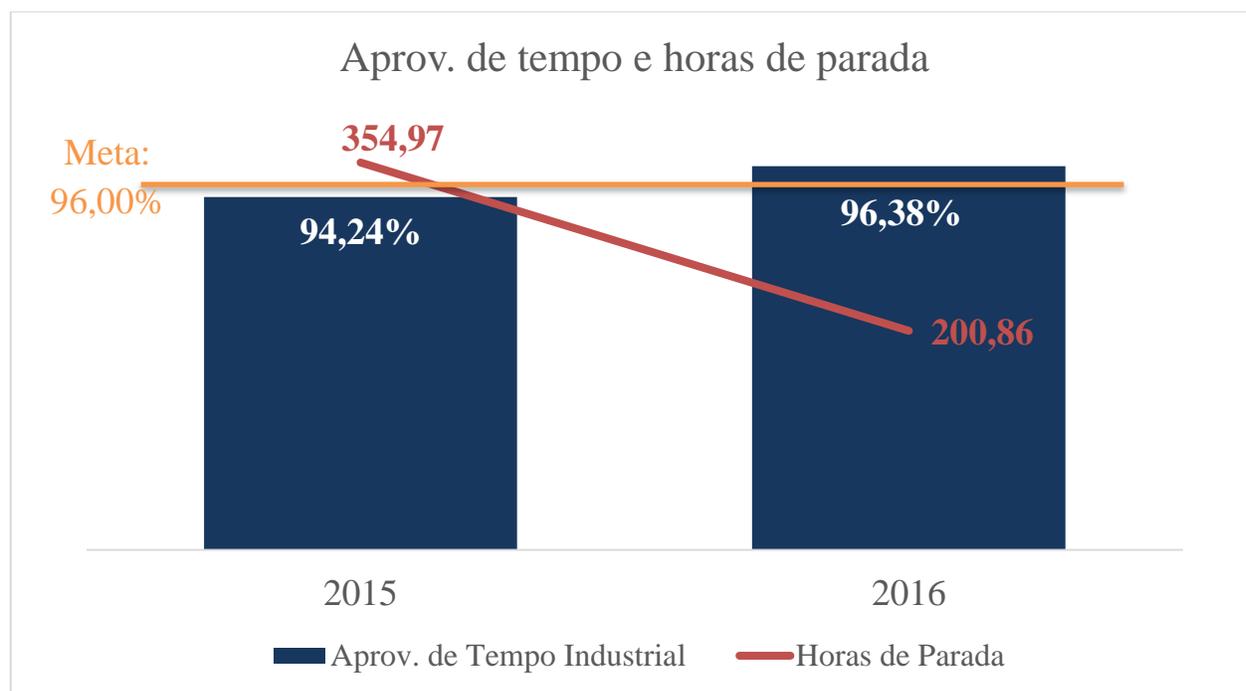
Após essa análise, foi avaliado se as análises de falha, realizadas no ano de 2015 através do uso de ferramentas da qualidade, contribuíram para o aumento do aproveitamento de tempo industrial no ano de 2016 caso positivo, será indicado qualitativamente os ganhos obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para tabular os indicadores de interesse deste trabalho através do @Excel2013 foi efetuada uma pesquisa no histórico de dados da Usina. Entre esses principais indicadores, estão o aproveitamento de tempo industrial e as horas de parada das safras de 2015 e 2016 (ver Figura 2).

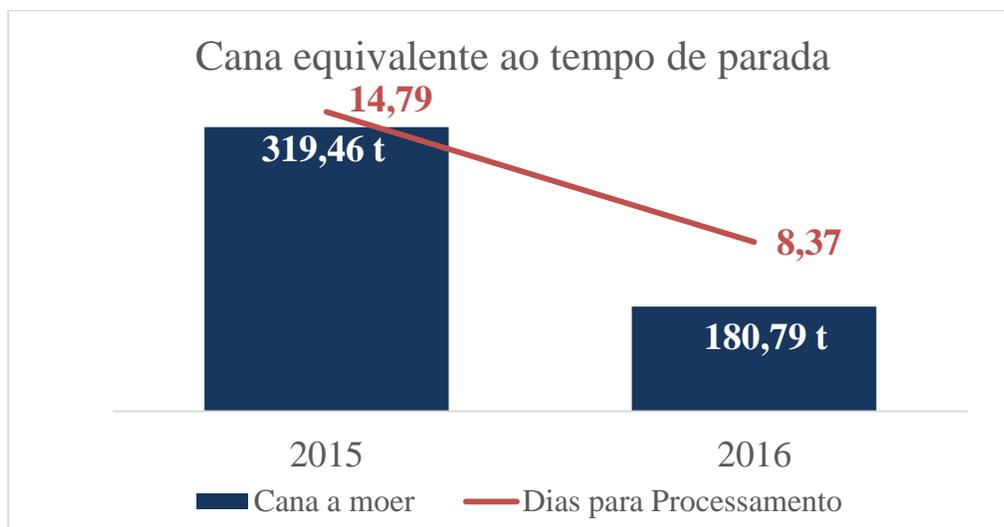
De acordo com a Figura 2, pode-se notar o aumento do aproveitamento de tempo industrial e a queda das horas de parada de moagem. Tal relação se dá, pois quanto mais a indústria ficar indisponível para a moagem, menor será o seu aproveitamento de tempo (%).

FIGURA 2: Aproveitamento de tempo e horas de parada – 2015 e 2016



Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

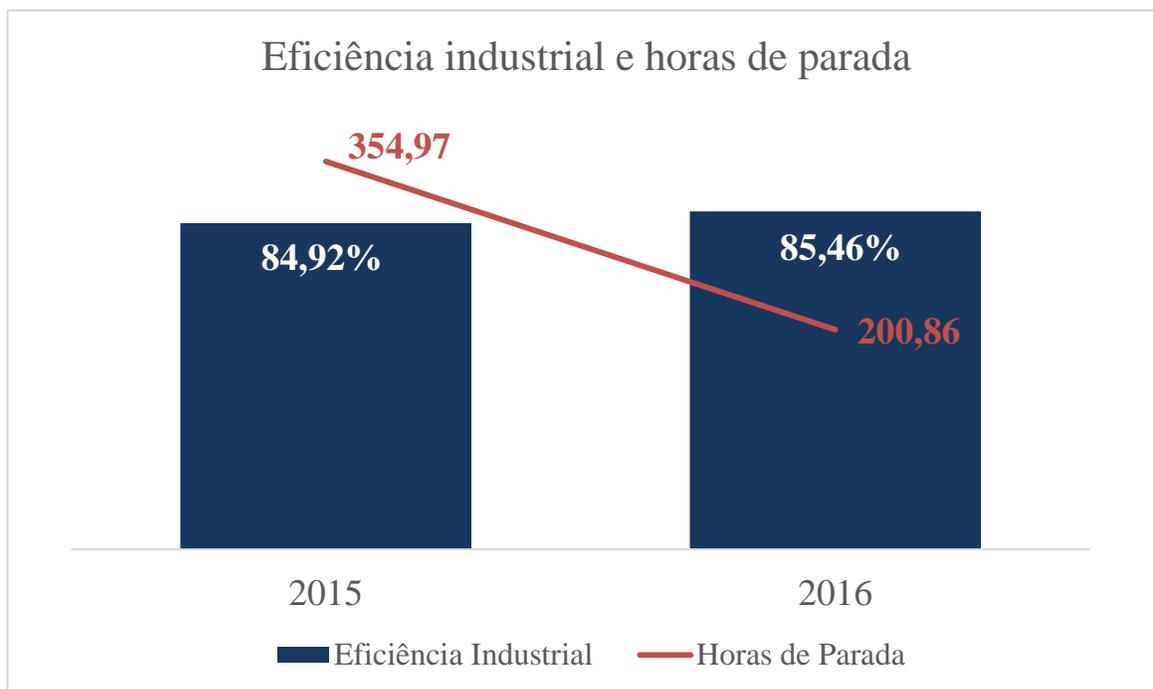
O aproveitamento de tempo industrial é afetado por falhas de origem: Eletroeletrônica, mecânica ou operacional. Quanto mais tempo parada, mais tempo se gasta para processar a matéria prima disponível, onerando mais custos e reduzindo o tempo de manutenção para a próxima safra. Levando em conta a média de processamento de 900 toneladas por hora, foi calculado a quantidade de matéria-prima que poderia ter sido processada durante o tempo em que a indústria ficou indisponível nas safras de 2015 e 2016, conforme figura 3:

FIGURA 3: Cana equivalente ao tempo de parada– 2015 e 2016

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

Conforme demonstrado na Figura 3, as horas indisponíveis na safra 2015 equivalem a 14,79 dias de safra. Esses dias são valiosos no período de entressafra, pois as usinas utilizam esse período para verificação e manutenção de todos os equipamentos visando o melhor aproveitamento de tempo possível na próxima safra. Outro motivo pelo qual a empresa é prejudicada pelas paradas de moagem é em relação aos contratos de safra, ou seja, vários colaboradores são contratados apenas para o período de safra e quanto mais a safra continuar além do previsto, mais dias esses funcionários irão receber.

Já em 2016, a usina obteve um aproveitamento de tempo de 96,38%, inclusive acima do previsto (96,00%) graças a diminuição de 154 horas no tempo de indisponibilidade da indústria. Segundo a área de engenharia de processo da empresa, interrompendo menos o processo, a indústria consegue manter uma boa eficiência, já que dependendo do tempo de parada o fluxo do material em processo é prejudicado interferindo nas reações químicas necessárias à fabricação do etanol. A Figura 4 compara as horas de parada com a eficiência industrial:

FIGURA 4: Eficiência industrial e horas de parada – 2015 e 2016

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

A melhora dos resultados de 2016 se deve ao trabalho de análise das paradas ocorridas em 2015. As principais paradas de moagem por falhas de equipamentos foram separadas e registradas como não conformidade de processo. Juntas, essas paradas somaram 202,26 horas em 14 registros de não conformidade. Para análise dessas falhas, foi criado um grupo de análise de não conformidades, formado por engenheiros de diferentes formações (engenheiros mecânicos, de produção, químicos e eletricitistas), um de cada área do macro processo industrial. Esse grupo de análise de não conformidades reunia-se todos os dias durante 1 hora. As principais falhas que ocasionaram parada de processo e que foram analisadas estão descritas na Tabela 1:

TABELA 1: Principais paradas de moagem na safra 2015 (Registros de Não-conformidades)

ITEM	DESCRIÇÃO	LOCAL DE INSTALAÇÃO	DURAÇÃO PARADA
01	Rompimento do Cabo de Alimentação	Turbo Gerador N°1	35,76
02	Furo da tubulação na caldeira	Caldeira N°02 - CALDEMA AMD-83-9GI	30,9
03	Falha no inversor de frequência	Sistema de acionamento dos rolos Moenda A	18,33
04	Quebra na esteira distribuidora	Esteiras de alimentação do bagaço	17,16
05	Desarme esteira intermediaria 3°/4° terno moenda	Esteira intermediaria 3°/4° terno moenda	16,34
06	Quebra nos parafusos flange	Rolos Moenda A	16,03
07	Quebra de fusível / Redutores planetários – Moenda	Acionamento dos Ternos	13,46
08	Desarme no turbo gerador 1, vibração elevada...Flexibilidade	Turbo Gerador N°1	10,65
09	Substituição do rolamento no picador	Preparo	10,18
10	Desarmou Subestação	Linha de alimentação de energia 13,8 KV	10,23
11	Desarmou Gerador	Cubículo casa de força C19	10,32
12	Facas e martelos	Desfibrador/Picador	5,6
13	Produção	RGs/Trocador Caldo x Vapor	3,97
14	Falha PLC	Fermentação	3,33
			202,26

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

Segundo Affonso (2002), o principal objetivo da análise de falhas é evitar que elas se repitam. Essa investigação deve mapear as causas da falha e utilizando-se dessas informações, deve-se criar um plano de ações que impeçam a recorrência do problema. É relevante ressaltar que toda anomalia ou falha, apresenta uma natureza potencial que deve ser descoberta e tratada para se que se possa minimizar ou eliminar a falha (BAZI e TROJAN, 2014).

Exemplificando as ferramentas e métodos utilizados, foi tomado como exemplo o item 05 (Desarme esteira intermediaria 3°/4° terno moenda) da tabela 01 citada acima. Para tal a unidade utiliza parada cada não conformidade as seguintes ferramentas da qualidade: *Brainstorming*; *Ishikawa*, Análise de falha (5 Porquês), Plano de Ação 5W2H. Sempre seguindo esse roteiro de aplicação.

Conforme já descrito para analisar a falha, as técnicas utilizadas, contavam com a presença de engenheiros de diferentes formações (engenheiros mecânicos, de produção, químicos e eletricitas), um de cada área do macro processo industrial. Onde os mesmo reuniam-se todos os dias durante 1 hora.

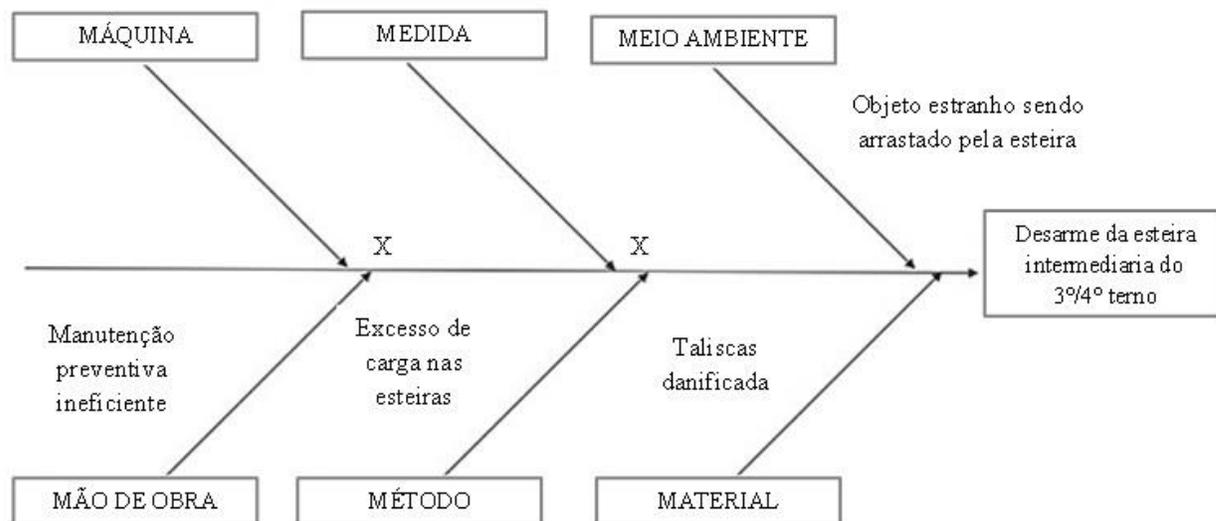
Para que fosse possível identificar as principais causas relacionadas à Desarme da esteira intermediaria 3°/4° terno moenda, realizou-se primeiramente um *Brainstorming*.

QUADRO 1: *Brainstorming*

DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE	DESCRIÇÃO DETALHADA	DISPOSIÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS DO PROBLEMA	EQUIPE RESPONSÁVEL
Parada de moenda devido a desarme da esteira intermediaria do 3°/4° terno.	Parada da moenda para manutenção das esteiras intermediarias do 3°/4° terno, que apresentavam taliscas transportadoras danificadas.	Houve desarme da esteira intermediaria do 3°/4° terno. Após inspeção foi identificado que haviam seis taliscas danificadas, sendo que uma havia soltado, causando assim desarme da esteira.	Excesso de carga nas esteiras; Manutenção preventiva ineficiente; Objeto estranho sendo arrastado pela esteira; Taliscas subdimensionadas.	Engenharia de processo e projetos

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

A figura 5 demonstra a aplicação do Ishikawa, onde foram apresentadas as principais causas prováveis do problema. Com o objetivo de mapear os eventos que seriam as potenciais causas para o desarme da esteira intermediaria 3°/4° terno moenda.

FIGURA 5: Ishikawa

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

Com o objetivo de se conhecer a causa fundamental, aplicaram-se os cinco porquês, como mostra o Quadro 2.

QUADRO 2: Identificação da causa do problema - Análise de falha (5 Porquês)

ANÁLISE DE FALHA (5 PORQUÊS)	
PERGUNTA	Desarme da esteira intermediária do 3º/4º terno.
1º POR QUE?	Carga acima da capacidade do motor de acionamento da esteira
2º POR QUE?	Talisca solta/danificada sendo arrastada pela esteira
3º POR QUE?	Talisca não suportou carga de operação
4º POR QUE?	Material de fabricação das taliscas subdimensionados
5º POR QUE?	Estudo de cargas nas esteiras é antigo.
CONCLUSÃO	Foi solicitado ao Setor de Engenharia de Projetos o redimensionamento das taliscas de acordo com a carga atual nas esteiras intermediárias.

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

De acordo com o Quadro 2, observou-se que a Talisca foi à causa de maior parada. Concluiu-se que a causa raiz era o subdimensionamento das taliscas. Então gerou como ação um estudo para redimensionamento das taliscas conforme o Quadro 3.

QUADRO 3: Plano de Ação 5W2H

Plano de Ação 5W2H				
DESCRIÇÃO DA AÇÃO <i>(O quê)?</i>	JUSTIFICATIVA DA AÇÃO <i>(Porque)?</i>	ATIVIDADE DA AÇÃO <i>(Como)?</i>	LOCAL DA AÇÃO <i>(Onde)?</i>	RESPONSÁVEL <i>(Quem)?</i>
Realizar estudo para redimensionamento das taliscas	Garantir que não ocorram paradas de processo devido à falha nas esteiras	Com suporte do Software ANSYS, realizar ensaio numérico do novo projeto das taliscas.	Esteiras intermediárias ternos moenda.	Engenharia de Projetos

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

Conforme Quadro 4, após a aplicação das ferramentas para identificação das causas raízes, foi possível tratar as mesmas de forma efetiva, o que contribuiu para redução de horas paradas devido reincidência de falhas. É notável também que, devido a dinâmica do processo, algumas falhas reincidiram, tendo como motivo a divergência entre as causas raízes do primeiro evento para os posteriores, sendo assim necessário realizar novamente o ciclo das ferramentas da qualidade para identificação das causas. No entanto, o balanço geral é satisfatório, tendo uma redução de 66,6 % nas horas paradas após aplicação do ciclo de ferramentas.

QUADRO 4: Redução de horas paradas após a aplicação das ferramentas da qualidade.

DESCRIÇÃO	LOCAL DE INSTALAÇÃO	DURAÇÃO PARADA	ESTIMATIVA REDUÇÃO	HRS DE PARADAS PLANEJADAS	HRS PARADAS	HRS DISPONÍVEIS	EFICAZ
Rompimento do Cabo de Alimentação	Turbo Gerador N°1	35,76	35,76	0	0	0	SIM
Furo da tubulação na caldeira	Caldeira N°02 - CALDEMA AMD-83-9GI	30,9	30,9	0	0	0	SIM
Falha no inversor de frequência	Sistema de acionamento dos rolos Moenda A	18,33	5,5	12,83	11,33	1,5	SIM
Quebra na esteira distribuidora	Esteiras de alimentação do bagaço	17,16	17,16	0	0,13	-0,13	NÃO
Desarme esteira intermediaria 3°/4° terno moenda	Esteira intermediaria 3°/4° terno moenda	16,34	4,9	11,44	6,77	4,67	SIM
Quebra nos parafusos flange	Rolos Moenda A	16,03	0,7	15,33	4,3	11,03	SIM
Quebra de fusível / Redutores planetários – Moenda	Acionamento dos Ternos	13,46	4,04	9,42	28,55	-19,13	NÃO
Desarme no turbo gerador 1, vibração elevada...Flexibilidade	Turbo Gerador N°1	10,65	5,33	5,33	0,7	4,63	SIM
Substituição do rolamento no picador	Preparo	10,18	10	0,18	0	0,18	SIM
Desarmou Subestação	Linha de alimentação de energia 13,8 KV	10,23	3,07	7,16	0	7,16	SIM
Desarmou Gerador	Cubículo casa de força C19	10,32	10,32	0	0	0	SIM
Facas e martelos	Desfibrador/Picador	5,6	1,4	4,2	11,33	-7,13	NÃO
Produção	RGs/Trocador Caldo x Vapor	3,97	3,97	0	0	0	SIM
Falha PLC	Fermentação	3,33	1,67	1,67	0	1,67	SIM
		202,26	134,71	67,55	63,11		

Fonte: Saída do Excel 2013 (2017)

5 CONCLUSÕES

Considerando o estudo de caso apresentado neste trabalho, é possível identificar os seguintes pontos relevantes na aplicação das ferramentas da qualidade no setor sucroalcooleiro: Significativa redução de horas paradas entre os anos de 2015 e 2016, e conseqüentemente aumento do aproveitamento de tempo industrial e aumento da eficiência industrial.

Tais melhorias possuem resultados diretamente proporcionais à aplicação dos métodos, bem como a disciplina e seriedade durante o ciclo de utilização das ferramentas. A possibilidade de reincidência de uma falha sempre existe, portanto é imprescindível a utilização das ferramentas de forma periódica e documentada, o que permitirá a estruturação de um banco de dados abrangente e de relevância na tomada de decisões gerenciais.

Enfim, tendo em vista o resultado obtido no uso das ferramentas da qualidade para análise de falhas ligadas a indisponibilidade de equipamentos industriais, sugere-se o seu uso para tratar problemas ligados a máquinas e implementos agrícolas, pois o funcionamento desses equipamentos de colheita impactam diretamente no ritmo de moagem da usina.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, José. *Gestão da Qualidade*. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- AFFONSO, Luiz O. M. *Equipamentos Mecânicos: análise de falhas e solução de problemas*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- BAZI, F.L.; TROJAN, F. *Análise de falhas: uma visão holística da melhoria contínua através da manutenção produtiva total (TPM) em um estudo de caso*. ADMpg Gestão estratégica, 2014.
- BELOHLAVEK, P. *Como manejar problemas complexos: uma abordagem ontológica unicista*. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia*, Belo Horizonte - 2º Ed., Fundação Christiano Ottoni, 1994.

- CARPINETTI, L.C.F. *Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. *Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas*. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DAYCHOUW, M. *40 ferramentas e técnicas de gerenciamento*. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- ENGEVISTA, V. 11, n. 2. p. 127-136, dezembro 2009.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- JÚNIOR, A. N.; OLIVEIRA, M.C. *A gestão da qualidade nas organizações: suas práticas, fatores de sucesso e tendências associadas às características culturais das empresas*. ENEGEP 2016.
- LIMA, Y. C. C. et al. *Lean construction e P+L como ferramenta de gestão da qualidade na construção civil: Uma Estratégia Competitiva*. In: XXXIV ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014, Curitiba. Anais... Curitiba: ABEPRO, 2014.
- LUCINDA, M. A. *Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação*. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- MIGUEL, P. A. C.; SALOMI, G. E. *Uma Revisão dos Modelos para Medição da Qualidade em Serviços*. Produção, v. 14, n. 1, p. 12-30, 2006.
- MUNIZ, G. F. et al. *Análise da causa raiz no processo produtivo por meio do uso das ferramentas da qualidade*. DI Factum, v. 1, p. 75-81, 2016.
- PALADINI, E. P. *Qualidade Total na Prática – Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total*. 2 ed. São Paulo: Atlas S.A., 1997.
- SELEME, R. STADLER, H. *Controle da Qualidade – As ferramentas essenciais*. p.56-60 , 2.ed. Curitiba: Ibplex, 2010.
- TAKAYAMA, M.A.S. *Análise de falhas aplicada ao planejamento estratégico da manutenção*. Minas Gerais, 2008.
- TOLEDO, J. C. *Conceitos básicos de qualidade de produto*. In: BATALHA, M.O. *Gestão Agroindustrial*. v. 1. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.
- ZOLIN, I. *Ensaio Mecânicos e Análises de Falhas*. Santa Maria: e-Tec, 2011.