

## APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL: um estudo de caso

Jaciene Arantes Lopes<sup>1</sup>  
Ingrid Caetano de Souza Ferreira Konishi<sup>2</sup>  
Letícia de Oliveira Borges Pescumo<sup>3</sup>

**Resumo:** O artigo apresentado traz o estudo da aplicação de algumas ferramentas de gestão da qualidade dentro do processo de fabricação de etanol em uma usina sucroalcooleira situada no Noroeste Mineiro. Quanto aos aspectos metodológicos trata-se de um estudo descritivo com abordagem qualitativa e quanto aos procedimentos técnicos refere-se a um estudo de caso. Também utilizou-se como instrumentos para coleta de dados a observação direta e o diário de campo. As ferramentas utilizadas foram o fluxograma vertical, diagrama AV/NAV, diagramas de Ishikawa, 5W2H (Plano de ação). Com o fluxograma foi possível descrever cada etapa do processo de produção de forma gráfica, facilitando a identificação de falhas e de atividades que não agregam valor ao processo. Em seguida, por meio do diagrama de Ishikawa permitiu-se apontar as possíveis causas raízes dos problemas. Após a identificação das atividades causadoras de falhas, aplicou-se a ferramenta 5W2H para a implementação do plano de ação que propõe ações de correção e melhorias cabíveis no processo produtivo. Conclui-se que as ferramentas de gestão da qualidade devidamente aplicadas em uma linha de produção possibilitam sanar e até mesmo evitar gargalos no processo, auxiliando a empresa na identificação e eliminação de falhas como também na melhoria da qualidade do seu produto.

**Palavras-Chave:** Ferramentas da qualidade. Processo. Etanol

**Abstract :** This article presents the study of the application of some quality management tools within the ethanol manufacturing process in a sugar and ethanol plant located in Northwestern Minas Gerais. The methodological aspects are a descriptive study with a qualitative approach and the technical procedures refer to a case study. Also used as instruments for data collection were direct observation and field diary. The tools used were the vertical flowchart, AV / NAV diagram, Ishikawa diagrams, 5W2H (Action Plan). With the flowchart it was possible to describe each step of the production process graphically, facilitating the identification of failures and activities that do not add value to the process. Then, through the Ishikawa diagram, it was possible to point out the possible root causes of the problems. After identifying the activities that caused failures, the 5W2H tool was applied for the implementation of the action plan that proposes corrective actions and appropriate improvements in the production process. It is concluded that the quality management tools properly applied in a production line make it possible to remedy and even avoid process bottlenecks, assisting the company in identifying and eliminating failures as well as improving the quality of its product.

<sup>1</sup> Engenheira de Produção (UNITRI), Mestra em Agronegócios (UnB), Professora da Faculdade do Noroeste de Minas (FINOM). E-mail: jacieneal@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheira de Produção pela Faculdade Noroeste de Minas (FINOM)

<sup>3</sup> Engenheira de Produção pela Faculdade Noroeste de Minas (FINOM)

**Keywords:** Quality tools. Process. Ethanol.

## 1. Introdução

A produção de etanol no Brasil vem sendo desenvolvida desde o início do século XX, e atualmente, conta com uma produção em larga escala desempenhando um papel importante na economia brasileira. O país, é o segundo maior produtor mundial de álcool combustível, atrás apenas dos Estados Unidos, sendo São Paulo o estado que lidera o ranking, com 56% de toda a cana-de-açúcar produzida no país (IEA – INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA, 2013).

Cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil já são renováveis. No resto do mundo, 86% da energia vêm de fontes energéticas não renováveis. Pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, o Brasil alcançou uma posição almejada por muitos países que buscam desenvolver fontes renováveis de energia como alternativas estratégicas ao petróleo (ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEL, 2017). Desta forma, as empresas buscam frequentemente meios para se manterem competitivas e, para que isso ocorra, é necessário a implementação de práticas que ajudem a desenvolver sua eficiência e eficácia, buscando atender o crescente mercado consumidor (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2016).

A modernização é entendida como a busca de capacitação para enfrentar as novas realidades estabelecidas. De acordo com Miguel (2006), as ferramentas da qualidade são frequentemente utilizadas como suporte à tomada de decisões para desenvolvimento da qualidade ou apoio para resolução de diversos problemas. Mata-Lima (2007), afirma que as ferramentas de gestão da qualidade podem ser eficientes para identificação de problemas e ajudar na elaboração de planos de ação para propor soluções.

As indústrias e os setores de serviços estão implantando programas de qualidade que se baseiam em ferramentas e técnicas para melhorarem o desempenho operacional, diminuir os custos de produção e aumentarem a produtividade (WERKEMA, 1995; LEVINE, 2000).

De acordo com Toledo (2001), 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 conjunto de técnicas até o consumo final do produto. Dentre as principais técnicas ou ferramentas pode-se citar o fluxograma, 5W2H, brainstorming e Ishikawa, as quais possuem características individuais que se usadas em conjunto se complementam. Nesse sentido, investir no planejamento e decisões das estratégias a serem aplicadas para a

minimização ou eliminação dos agentes de perdas, é indispensável. Essa ação somente é possível através de melhor entendimento das atividades e seus efeitos no fluxo da produção (LIMA, 2014).

Perante o exposto, este artigo aborda o processo produtivo de uma usina sucroalcooleira, com o objetivo de analisar o processo de fabricação de etanol através do uso de ferramentas da qualidade, bem como, identificar os processos críticos e não conformidades dentro da produção, propondo soluções estratégicas que minimizem ou eliminem as perdas identificadas.

## 2. Metodologia

Este artigo caracteriza-se como descritivo, pois de acordo com GIL (2008), esse tipo de pesquisa tem como objetivo a descrição do objeto de estudo, onde uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Quanto aos procedimentos técnicos tem-se um estudo de caso, cujo objeto de pesquisa é uma unidade que se analisa profundamente (MARTINS, 2002), sendo definido pelo amplo estudo de um ou vários objetos, de maneira a propiciar o seu conhecimento vasto e aprofundado (GIL, 2008).

Quanto a abordagem do problema este estudo utiliza a análise qualitativa, pois, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas (SILVA; MENEZES, 2005). Neste sentido, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Para compreensão do processo produtivo e a aplicação das ferramentas da qualidade, foi necessária à observação direta do processo e anotações de dados contundentes. Segundo GIL (1991), o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

A pesquisa foi realizada em uma usina sucroalcooleira situada no Noroeste de Minas Gerais, durante os meses de junho e julho onde se produz etanol e bioenergia a partir da cana-de-açúcar. O estudo foi realizado no setor de recebimento, limpeza e processamento da cana-de-açúcar que tem como finalidade a fabricação de etanol. A usina conta com uma capacidade de moagem de cana-de-açúcar de 5.580 t/dia e produz 486 m<sup>3</sup>/dia de álcool etílico e hidratado.

Para a condução deste estudo, primeiramente foi feita as observações diárias e anotações. Em seguida, foram selecionados os dados mais relevantes, nos quais foram interpretados e analisados, para assim, poder propor uma solução para os problemas

encontrados. Utilizou-se ainda, a observação direta para o conhecimento e mapeamento do processo produtivo, visando contar com informações mais alinhadas à rotina operacional, buscando compreender a gestão da indústria e das atividades que fazem parte do processo produtivo.

### 3. Resultados e discussão

Com base nas informações coletadas através da observação direta, relatos dos funcionários envolvidos e anotações do diário de campo, foi possível elaborar o fluxograma do processo de fabricação do etanol. O fluxograma é uma ferramenta que mostra de forma gráfica as etapas de um processo, pois permite a compreensão rápida do fluxo de atividades (LUCINDA, 2010). Ainda segundo Ramos (2000), grande parte da falha existente em um processo pode ser eliminada somente quando se conhece todo o processo de fabricação, uma vez que, a sequência de produção ou etapas do processo influenciam nas características do produto final.

A seguir, a Figura 1 demonstra o fluxograma vertical da linha de produção de etanol.

Figura 1 - Fluxograma do Processo de Fabricação do Álcool.

FLUXOGRAMA VERTICAL DO PROCESSO						
Processo: Produção de etanol						
Local: Usina Sucroalcooleira						
TABELA DE SIMBOLOGIA DE ATIVIDADE						
		Operação ○				
		Transporte ➡				
		Espera D				
		Inspeção □				
		Armazenagem ▼				
Descrição	Tipo de Atividade					Observações
	○	➡	D	□	▼	
1	Colheita da cana-de-açúcar no campo	○				
2	Pesagem do caminhão antes de ser carregado no campo				□	

3	Carregamento e transporte da cana para a usina		⇒				
4	Pesagem na recepção da usina do caminhão carregado				□		
Descrição		Tipos de atividades					Observações
		○	⇒	D	□	▽	
5	Retirada de amostra da cana para análise no laboratório				□		
6	Descarregamento da cana na mesa alimentadora	○					
7	Limpeza da cana-de-açúcar	○					
8	Transporte da cana limpa (esteira metálica) para o setor de preparação		⇒				
9	Preparação da cana através do desfibrador e picador	○					
10	Transporte da cana desfibrada pela esteira de borracha para o setor de moagem		⇒				
11	Moagem realizada pelos ternos de moenda	○					
12	Caldo extraído passa pela peneira para retirada de impurezas	○					
13	Caldo limpo recebe produtos e passa pelo processo de decantação	○					
14	Caldo segue para tanques misturadores		⇒				
15	Caldo recebe cal e é aquecido para dar início ao processo de fermentação	○					
16	Caldo clarificado recebe leveduras para ocorrer o processo de fermentação	○					

17	Após a fermentação é extraído o vinho	○					
18	O vinho passa por destilação, obtendo assim o álcool	○					
Descrição		Tipos de atividades					Observações
		○	⇒	D	□	▽	
19	O álcool é encaminhado para armazenagem em tanques					▽	
20	O álcool armazenado aguarda comercialização			D			
<b>TOTAL</b>		11	4	1	3	1	

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

De acordo com a Figura 1, a cana-de-açúcar passa por vários processos durante a produção do álcool dentro de uma usina até se obter o produto final. Esse processo é dividido em etapas, sendo essas o transporte, recepção, limpeza, moagem, tratamento do caldo extraído, fermentação, centrifugação, destilação, condensação alcoólica, armazenamento e carregamento do álcool.

Visando a produção do álcool, é realizada a colheita da cana-de-açúcar no campo de forma mecanizada, crua (sem a queima do canavial) e picada. Por conseguinte, a cana é imediatamente transportada para usina, dando início ao processo de moagem o quanto antes, pois logo após ser cortada é dado início ao processo de inversão da sacarose, ou seja, no prazo de até 48 horas a sacarose se transforma em frutose e glicose, através da ação de fungos e bactérias e, com isso, a produção de etanol sofre com perdas consideráveis.

O transporte é feito por caminhões trucado com um reboque (Romeu e Julieta), com a capacidade de transportar de 30 a 40 toneladas a cada viagem. Para ser mensurada a quantidade de cana processada por safra, os caminhões são pesados antes do carregamento e no momento que chegam carregados na usina. Após a pesagem na chegada, é retirada uma amostra do carregamento e em seguida, encaminhado ao laboratório da usina para verificar a qualidade e o teor de açúcar da cana.

O descarregamento da cana é feito através de um guindaste mecânico fixo, tipo hilo, o qual trata-se de um gancho composto por um sistema de cabo e polias, que move uma viga horizontal num movimento de baixo para cima e vice-versa. O caminhão estaciona entre o hilo e a mesa alimentadora (mesa 45°), onde o descarregamento é feito através do tombamento da carga na mesa, controlando a quantidade de cana que vai para o processo.

Em seguida, ocorre a limpeza da cana-de-açúcar através do fluxo turbulento de água, retirando boa parte das impurezas minerais e vegetais, obtendo-se um caldo de melhor qualidade e evitando então, os desgastes excessivos dos equipamentos.

Após o processo de limpeza, a cana é conduzida pela esteira metálica até o setor de preparação e extração. Esta esteira apresenta uma estrutura fechada lateralmente com chapas de aço e com o fundo constituído por taliscas presas a correntes que se movem juntas. Seu início tem uma estrutura plana e fica localizada junto a mesa alimentadora e seu restante apresenta uma inclinação de 16°. Ressalta-se que, mediante as observações e os relatos do gerente de produção foi possível constatar que as paradas consecutivas na linha de produção são consideradas um dos pontos mais críticos do processo, pois, ocorre devido à quebra excessiva da esteira metálica. Neste sentido, este estudo terá como foco à análise das causas de não conformidades desta etapa, aplicando as seguintes ferramentas da qualidade: Ishikawa e Plano de Ação (5W2H).

Os equipamentos do preparo da cana se compõem pelo picador e desfibrador, onde a função do picador é fragmentar a cana sem extrair o seu caldo, preparando-a para o desfibrador, que segundo Castro (2001), o objetivo desta etapa é aumentar a capacidade das moendas através da diminuição do tamanho da cana de açúcar, rompendo sua estrutura, facilitando a moagem e extração do caldo.

Em seguida, a cana desfibrada segue para o setor de moagem pela esteira de borracha, passando embaixo do eletroímã, um equipamento que serve para retirada de materiais ferrosos que eventualmente estejam na cana. De acordo com Piacente (2005), a operação de extração do caldo consiste em um sistema contínuo em que a cana já desfibrada passa por quatro ternos de moenda, equipamento que possui três rolos, onde a mesma é espremida e o seu caldo extraído.

Em cada uma dessas etapas de extração o bagaço processado é imerso novamente com jatos de água, a fim de facilitar a diluição e uma melhor extração da sacarose do caldo remanescente, visando assim, a produção de um bagaço de qualidade e com condições favoráveis a uma queima eficiente na caldeira, pois, quando o caldo não é extraído como o

esperado, o bagaço chega úmido na caldeira prejudicando a queima e, conseqüentemente, o processo de produção de energia.

O caldo extraído segue para o processo de limpeza, passando pela peneira para retirada dos resíduos mais grosseiros. Logo em seguida, recebe outro tratamento com o intuito de coagular as impurezas menores existentes, onde o caldo passa pelo processo de decantação. O caldo é encaminhado para tanques misturadores onde recebe cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), e posteriormente é aquecido para favorecer o processo de fermentação. Dessa forma, ocorre uma espécie de esterilização das bactérias e outros microrganismos que prejudicariam o desenvolvimento das leveduras no processo de fermentação.

Depois de receber o tratamento adequado, o caldo clarificado passa por mais algumas etapas até chegar no seu produto final. Através de um processo bioquímico conhecido como fermentação é obtido o álcool, nessa etapa é acrescentado ao caldo fermento biológico, como a levedura do tipo *Saccharomyces* que faz com que a sacarose (açúcar) se transforme em etanol.

Logo após o processo de fermentação se obtém o vinho, sendo este formado por componentes sólidos, líquidos e gasosos. O vinho é submetido ao processo de destilação que vai dar origem ao álcool, onde sua composição é de 96% de etanol e 4% de água, sendo este o produto final. Finalizada a produção, o etanol é enviado para armazenagem em tanques de grandes volumes, onde aguardam sua comercialização.

Após a descrição do processo de fabricação do etanol no fluxograma vertical (Figura 1), é possível identificar as atividades que agregam e que não agregam valor durante o processo de produção do álcool. Segundo Novaski e Assunção (2010) as atividades que agregam valor são aquelas que transformam a matéria-prima em um produto acabado ou semiacabado. Já as atividades que não agregam valor são conhecidas como atividades que adicionam custos, deixando de agregar valor ao produto. Desta forma, é indispensável para a empresa a identificação das atividades que não agregam valor para tentar cortar ou reduzir estes eventos, tais como atividade de transporte, armazenagem, inspeção e espera.

Com a realização do fluxograma vertical (Figura 1) é possível calcular a porcentagem das atividades que agregam valor, pois o diagrama AV/NAV permite avaliar o desempenho de um processo de acordo com a seguinte fórmula proposta por Peinado e Graeml (2007):

$$\%VA = \frac{\text{N}^{\circ}\text{de Etapas que Agregam valor} * 100}{\text{N}^{\circ}\text{ Total de Etapas do Processo}}$$

Sua aplicação ficará da seguinte forma:

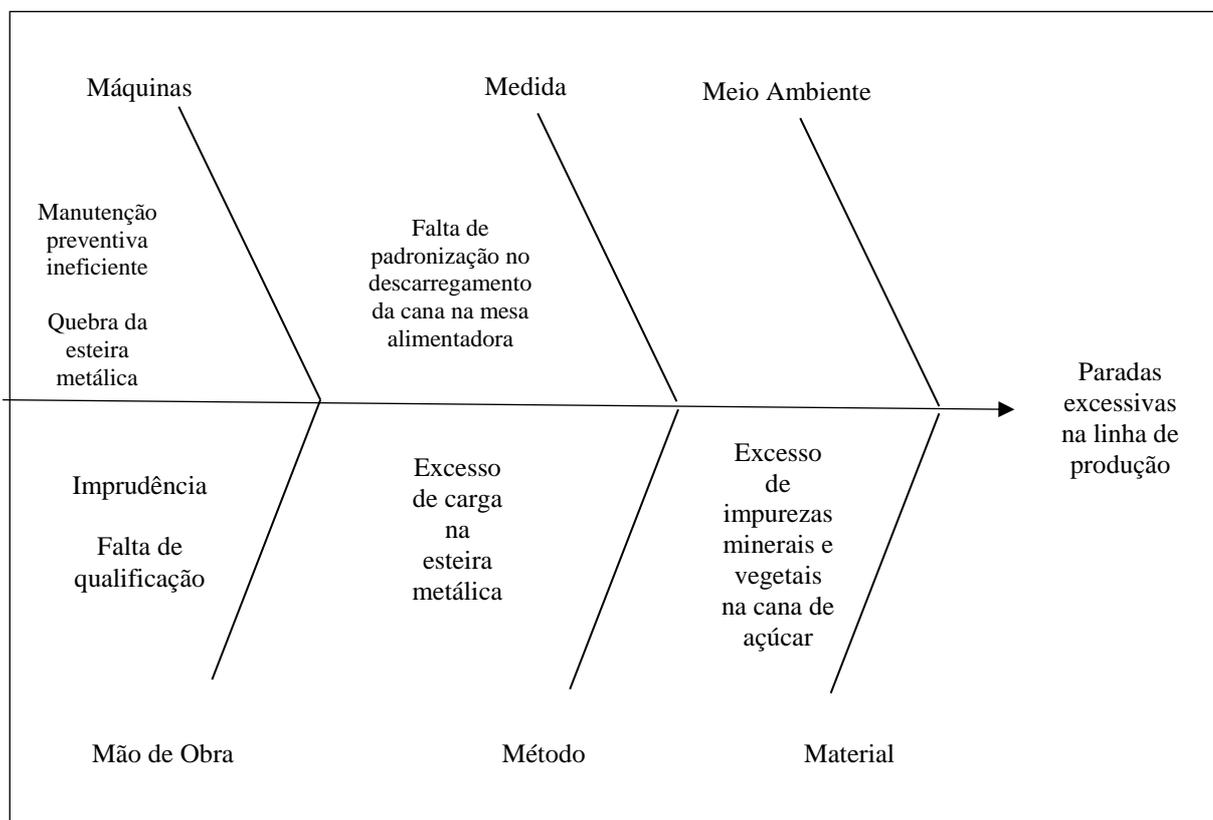
$$\%VA = \frac{11 \cdot 100}{20} \%VA = 55\%$$

De acordo com a resolução pode-se verificar que a porcentagem das atividades que agregam valor é de 55%, sendo considerada uma aceitável eficiência do processo de produção. Assim, quanto menor o valor de % VA, maior a quantidade de melhorias a serem realizadas no processo em estudo. As oportunidades de melhorias devem ser propostas de acordo com o impacto que causam ao processo, obtido através da análise da métrica % VA.

Para identificar as principais causas de falhas relacionadas a parada na linha de produção, realizou-se primeiramente a aplicação do diagrama de Ishikawa (Figura 2) analisando as principais falhas aparentes. Este diagrama é conhecido também como espinha de peixe, sendo um instrumento gráfico originalmente proposto pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa em 1943, visando identificar e explorar todas as causas possíveis de um problema ou questão específica (VERGUEIRO, 2002).

O diagrama tem uma estrutura similar a uma espinha de peixe, onde suas espinhas representam o fluxo de informação para análise das possíveis causas do problema encontrado (CARVALHO, 2012). Conhecido também como 6Ms, o diagrama conta com 6 fatores, método, medida, material, máquina, meio ambiente e mão de obra, sendo uma ferramenta bastante utilizada para o controle da qualidade (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Ainda segundo os autores, o objetivo é gerar ideias para resolução de problemas por meio das causas que levam ao efeito, ou seja, ao problema.

Figura 2: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelas autoras

O diagrama de Ishikawa elaborado (Figura 2) busca explorar e identificar as principais causas do problema identificado, que no caso, são as excessivas paradas na linha de produção. De acordo com Miguel (2006), o diagrama consiste em indicar as origens de um problema existente indo de encontro com a causa raiz, pois, na grande maioria das vezes as falhas são apenas consequência de causas anteriores.

A parada na linha de produção se deve a vários fatores, tais como a quebra da esteira metálica que pode ter ocorrido devido ao excesso de peso, excesso de impurezas vegetais e minerais na cana de açúcar e a falta de padronização no descarregamento na mesa alimentadora. Segundo Lima (2008), a mesa alimentadora é o primeiro equipamento do processo industrial a entrar em contato com a matéria-prima devido ao recebimento do carregamento da cana-de-açúcar, cujo sua função é controlar a quantidade de cana que chega até a esteira metálica. Pelo diagrama pode-se identificar os erros que ocasionam os problemas como a falta de qualificação, imprudência dos funcionários e manutenção inadequada que propiciam falhas que podem ser evitadas se tais atividades forem executadas como previstas.

Constatado os principais causas de falhas no processo de produção, aplicou-se em seguida a ferramenta 5W2H para propor melhorias a fim de solucionar o problema identificado. Segundo Werkema (1995), a ferramenta 5W2H auxilia no planejamento de ações. A ferramenta 5W2H tem o objetivo de delinear um plano de ação com base nas falhas encontradas, assim, busca tomar as ações necessárias para controlar as causas potenciais. De acordo com Bazi e Trojan (2014), é relevante ressaltar que toda anomalia ou falha apresenta uma causa potencial que deve ser descoberta e tratada para que possa ser minimizada ou eliminada.

Logo, a Figura 3 apresenta a aplicação desta ferramenta com vistas a sanar as principais causas de parada da linha de produção.

Figura 3: Planilha 5W2H

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

What (O que?)	Why (Por que?)	How (Como?)	Where (Onde?)	Who (Quem?)
Padronizar o descarregamento da cana-de-açúcar na mesa alimentadora	Garantir que a linha de produção não pare devido à quebra da esteira metálica	Padronização no peso da carga depositada na esteira	Mesa alimentadora Esteira metálica	Engenharia de Planejamento e Processo
Reciclagem de treinamento operacional	Garantir segurança a equipe  Evitar falhas operacionais	Oferecendo EPI's Oferecendo treinamento de qualificação	Setor do COI (Centro de operação integrado)  Setor de moenda (onde a cana é recebida, preparada e processada)	Equipe do RH responsável pelo treinamento
Limpeza adequada da matéria-prima	Para evitar danos aos equipamentos devido ao excesso de impurezas minerais e vegetais	Adotando um novo sistema de limpeza	Mesa alimentadora	Engenharia de Planejamento e Processo
Manutenções preventivas e preditivas	Garantira a funcionalidade dos equipamentos  Garantir a otimização do tempo de produção e recursos	Marcando paradas programadas  Efetuando inspeções regulares	Setor de moenda (onde a cana é recebida, preparada e processada)	Equipe de PCM (Planejamento e controle de manutenção)

Com os problemas devidamente relacionados e descritos, é possível perceber como eles afetam o processo de produção e o porquê ocorrem. Sendo assim, o plano de ação é colocado

em prática para reduzir ou até mesmo eliminar as falhas, melhorando o processo de produção e diminuindo os custos.

### 3. Conclusão

Este estudo baseou-se na aplicação de ferramentas de gestão da qualidade no processo de produção de uma usina sucroalcooleira. Tais ferramentas foram aplicadas na investigação das causas que ocasionaram sucessivas paradas na linha de produção.

Conclui-se que as ferramentas aplicadas têm suma importância para avaliar o desempenho dos serviços realizados durante o processo produtivo, identificando as causas de falhas e corrigindo-as. Notou-se que quando efetivamente aplicadas proporcionam uma visão ampla dos problemas, facilitando a elaboração de estratégias que permitem agir diretamente no problema, trazendo melhorias nos resultados finais.

Existem grandes chances de reincidências de falhas na produção, por isso, torna-se de extrema importância a utilização frequente das ferramentas para o monitoramento na linha de produção, evitando desta forma, danos aos equipamentos e, conseqüentemente na produtividade da empresa.

### Referências

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTIVEL. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis>>. Acesso em 24 abr. 2019.

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*. ADM Gestão estratégica, 2014.

CARVALHO, M. M. et al. *Gestão da qualidade: teoria e casos*. Elsevier: ABEPRO, 2012.

CASTRO, H.F. *Indústria Açucareira*. 2001. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/>>. Acesso em 3 abr 2019.

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

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, C. A. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Atlas: São Paulo, 2008.

IEA. INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA. Anuário IEA, 2009-2012. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/anuario.php>> Acesso em 10 abr. 2019.

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.

LEVINE, M. D.; MARK, L. B.; STEPHAN, D. *Estatística: teoria e aplicações usando Microsoft Excel em português*. Tradução: SOUZA, T. C. P. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2000.

LIMA, Y. C. C. et al. *Lean Construction P+L como ferramenta de gestão da qualidade na construção civil: uma estratégia competitiva*. XXXIV ENEGEP-Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ABEPRO, 2014

LIMA, Aldemi Coelho et al. *Estudo da aplicação de revestimento duro por soldagem com arames tubulares quanto à resistência ao desgaste de facas picadoras de cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado em Engenharias). Universidade Federal de Uberlândia. 2008

LUCINDA, Marco Antônio. *Qualidade: Fundamentos e práticas para cursos de graduação*. Rio de Janeiro: Bradsport, 2010.

MARTINS, M. A. H. *Metodologia da Pesquisa*. Disponível em <<http://mariaalicehof5.vilabol.uol.com.br/>> . Acesso em 15 abr 2019.

MATA-LIMA, H. *Aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e ambiente na resolução de problemas*. Aportamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MIGUEL, P.A.C. *Qualidade: enfoques e ferramentas*. São Paulo: Artliber, 2006.

NOVASKI, O.; ASSUNÇÃO, W. A. Uma Aplicação da Análise de Valor em uma Empresa de Manufatura através da UEP. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 5, n. 1, p. 93-112, 2010.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Curitiba: UnicenP, 2007.

PIACENTE F. J. *Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental: o caso das usinas localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá* Instituto de Economia. Programa de pós-graduação em desenvolvimento econômico. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 2005.

RAMOS, A.W. *CEP para processos contínuos e em bateladas*. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2000.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de Dissertação*. Florianópolis, UFSC, 2005.

TOLEDO, J. C. *Conceitos básicos de qualidade de produto*. In: BATALHA, M.O. Gestão Agroindustrial. São Paulo: Atlas, 2001.

WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.