



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR  
Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira-DTS

## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

# APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NA PRODUÇÃO DO AÇÚCAR

ALUNO (A) Grace Kelly Neves da Silva

Orientador (a): Danielle Christine Almeida Jaguaribe

João Pessoa-PB

2017



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR  
Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira–DTS

Aplicação das ferramentas da qualidade na produção do açúcar

ALUNO (A): Grace Kelly Neves da Silva

Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Produção Sucroalcooleira.

Orientador (a): Danielle Christine Almeida Jaguaribe

João Pessoa, PB

2017

S586a Silva, Grace Kelly Neves da.

Aplicação das ferramentas de qualidade na produção do açúcar. [recurso eletrônico] / Grace Kelly Neves da Silva. -- 2017.

49 p. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Prof. Dra. Danielle Christine Almeida Jaguaribe.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia em Produção Sucoalcooleira) – CTDR/UFPB.

1. Controle de qualidade. 2. Produção de açúcar. 3. Six sigma. I. Jaguaribe, Danielle Christine Almeida. II. Universidade Federal da Paraíba. III. Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. IV. Título.

CDU: 658.56

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO  
DO AÇÚCAR

TCC aprovado em 27/11/17 como requisito para a conclusão do curso de Tecnologia em  
Produção Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA:

*Danielle Christine Almeida Jaguaribe*

---

Profª. Drª. Danielle Chistine Almeida Jaguaribe- UFPB – Departamento de Tecnologia  
Sucroalcooleira -Orientadora

*Joelma Morais Ferreira*

---

Profª. Drª. Joelma Morais Ferreira - UFPB – Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira  
Membro interno

*Ângela Lucínia U. Vasconcelos*

---

Profª. Drª. Ângela Lucínia Urtiga Vasconcelos - UFPB – Departamento de Tecnologia  
Sucroalcooleira - Membro Interno

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, meu esposo, minha filha e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida e à professora Danielle pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

## AGRADECIMENTOS

Hoje vivo uma realidade que foi necessário muito esforço, determinação, paciência e muita perseverança para chegar até aqui, e nada disso eu conseguiria sozinha. Minha eterna gratidão a todos que colaboraram para que esse sonho pudesse ser concretizado.

Agradeço a minha querida avó Marlene (in memoriam) que infelizmente hoje não está mais conosco por me mostrar que apesar de todas as dificuldades que possamos enfrentar nunca deixar a situação tirar nossa alegria e a vontade de vencer.

Agradeço a meus pais João Batista e Glenda, e minhas irmãs Ashily, Kawany e Hillary, pela força, empenho, amor, carinho e união em todos os momentos em que estivesse cansada e cogitando desistir, sempre ao meu lado com alegria e descontração e bom humor fazendo com que eu esquecesse dessa ideia absurda.

Agradeço ao meu maravilhoso esposo Pablyano meu amigo, companheiro incondicional em todos os momentos e situações sempre ao meu lado em qualquer circunstâncias.

E meu maior agradecimento a minha filha Lavínia, nossa como foi difícil trazê-la as aulas, passar dias inteiros no centro acadêmico me esperando, cansada com fome e sempre ali sem reclama. Essa vitória é por você meu amor.

Obrigada Deus por ter em minha vida pessoas tão maravilhosas e especiais que ao longo da minha vida não terei como te agradecer.

## RESUMO

Face à globalização, os diversos setores industriais vêm buscando a implementação de novas tecnologias, melhoria nos seus processos e conseqüentemente, melhoria na qualidade. Para garantir a sua sobrevivência no mercado, ou atingir uma maior participação, vencendo a concorrência, as empresas utilizam programas de qualidade consagrados, que já são empregados e que apresentam sucesso em outras empresas, como é o caso do programa Six Sigma, ou Seis Sigmas. O *Six Sigma*, ou Seis Sigmas é um programa de melhoria que tem por objetivo a redução de desperdícios da não qualidade e conseqüentemente, a redução de custos e o favorecimento no atendimento aos requisitos de clientes, tanto na qualidade de produto, como confiabilidade da entrega. O presente trabalho, apresenta um resumo das principais ferramentas de gestão de qualidade, dentro do contexto da sustentabilidade e apresenta uma iniciativa da aplicação do programa *Six Sigma* ao processo fabricação de açúcar em uma usina, localizada em Santa Rita-PB. Verificou-se através das análises dos materiais existentes em toda etapa do processo de fabricação do açúcar, e durante um período de aproximadamente 30 dias, uma melhora na produção, com a identificação do pontos que necessariamente precisavam de upgrade e controle dos resultados. Foram evidentes as melhoras tanto na forma do desempenho das tarefas, no desempenho dos operadores e nos resultados das análises obtidas, confirmando-se assim, que a aplicação do *Six Sigma* no processo produtivo e organizacional, conduz a uma melhora na fabricação, gerando ao final do processo um produto com qualidade melhor e conseqüentemente gerando lucros para a empresa e melhorando a satisfação dos funcionários, pois esses conseguem ver o desempenho das suas atividades no produto final.

Palavras-chave: Controle de qualidade, six sigma, produção de açúcar

## ABSTRACT

Facing the globalization, the majority of the industrial sectors has been seeking for the newest technologies in order to improve their processes and consequently, improving the quality of the final product. To ensure its survival on the market, or to achieve a better participation in the World market competition, companies use consecrated quality programs, which are already employed in other companies, that have been presenting success, such as the Six Sigma program. Six Sigma is an improvement program aimed at the reduction of non-quality waste, in order to minimize, favoring the customers' requirements, both in the final product quality and delivery reliability. The present work presents a summary of the main quality management tools, within the context of sustainability and presents an initiative of the implementation of the Six Sigma program to the sugar manufacturing process in a plant, located in Santa Rita-PB. It was verified, through the analyses of all the existing materials at every stage of the sugar manufacturing process, and on a 30 days period, an improvement in production, with the identification of the points that necessarily needed to upgrade and control the results. The improvements were evident, translated not only in the performance of the tasks, but in the performance of the mill operators. The obtained results were then analyzed, thus confirming that the application of Six Sigma in the productive and organizational process leads to an improvement in manufacturing, generating at the end a product with better quality and consequently generating profits for the company and leading to the employee satisfaction, as these can see the performance of their activities in the final product.

Keywords: quality control, six sigma, sugar production

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma 5S.....	27
Figura 2 - fluxograma do controle estatístico .....	31

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Análises de controle dos caldos .....	45
Tabela 2 - Análises de controle do tratamento do caldo .....	46
Tabela - Análises de controle dos caldos .....	45
Tabela - Análises de controle do tratamento do caldo .....	46
Tabela 5. Análises de controle de águas (balão de alimentação, caldeira e filtrada).....	48

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	PRINCIPIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	15
2.2	GESTÃO DA QUALIDADE	15
2.3	OTIMIZAÇÃO, MELHORIA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE	17
2.4	PRODUTIVIDADE	20
2.5	PERDAS NA INDUSTRIA	20
2.6	SIX SIGMA	21
2.6.1	HISTÓRIA DO SIX SIGMA	22
2.6.2	PRINCIPAL FOCO DO SIX SIGMA	22
2.6.3	MÉTODO SIX SIGMA PARA A MELHORIA	23
2.6.4	APLICAÇÃO DO SIX SIGMA	25
2.6.5	TÉCNICAS APLICADAS AO SIX SIGMA	26
3.7	PROGRAMA 5S	26
3.7.5.	SHITSUKE (Senso de disciplina)	28
3.8	ANALISE DO SETOR SUCROALCOOLEIRO	28
3.9	PERSPECTIVA DE EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA	30
3.10	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA	30
3.10.1	PROCESSO	30
3.10.2	INFORMAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO EM UMA USINA SUCROALCOOLEIRA	31
3.10.3	AÇÕES SOBRE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR	31
3.10.4	AÇÃO SOBRE RESULTADOS	32
3.11	MONITORAMENTO INTEGRADO DAS PRAGAS NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA	32
3.12	BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO	33
3.13	PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL	34
3.13.1	CONDIÇÃO DE SAÚDE	34

3.13.2	DOENÇAS E SAÚDE	35
3.13.3	HIGIENE PESSOAL	35
3.14	COMPORTAMENTO PESSOAL	36
3.14.1	VISITANTE	37
3.14.2	TREINAMENTO	37
3.15	ANALISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DO CONTROLE	37
4	METODOLOGIA	38
4.12	UNIVERSO E AMOSTRAS	38
4.12.1	COLETA DE AMOSTRAS	39
4.13	CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS	39
4.13.1	BRIX	40
4.13.2	POL	40
4.13.3	PUREZA	40
4.13.4	AÇÚCAR REDUTOR	40
4.13.5	AÇÚCARES REDUTORES	41
4.13.6	UMIDADE DO BAGAÇO	42
4.13.7	UMIDADE DA TORTA	42
4.13.8	SO <sub>2</sub> DO CALDO SULFITADO	42
4.13.9	MEDIDAS DE pH	42
4.13.10	COR ICUMSA	43
4.14	FERRAMENTA DA GESTÃO DA QUALIDADE	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6	CONCLUSÃO	48
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48

## 1 INTRODUÇÃO

Face a globalização, os diversos setores industriais vêm buscando a implementação de novas tecnologias, melhoria nos seus processos e conseqüentemente, melhoria na qualidade dos seus produtos.

Para garantir a sua sobrevivência no mercado, ou atingir uma maior participação, vencendo a concorrência, as empresas utilizam programas de qualidade consagrados, que já são empregados e que apresentam sucesso em outras empresas, como é o caso do programa Six Sigma, ou Seis Sigma.

O programa Six Sigma salvou diversas empresas de grande porte de sofrerem quedas significativas em suas posições competitivas a exemplo da Votorantim, Brahma, Nórdia, entre outras.

A exigência do mercado mundial, a crise econômica globalizada e o aumento da concorrência no setor sucroalcooleiro, tem levado essas empresas a uma melhoria dos seus processos produtivos, com maior aproveitamento dos seus resíduos, diminuindo assim seus desperdícios e indubitavelmente, aumentando o seu faturamento de uma forma geral.

A qualidade é um tema que vem ganhando cada vez mais força na última década, e o setor sucroalcooleiro precisou se adequar a esse tema, adotando programas de qualidade, a fim de diminuir seus custos de produção, tornando-se um setor mais competitivo.

O programa Six Sigma é um programa de gestão cuja metodologia eficaz tem como objetivo medir a viabilidade existente nos processos, proporcionando melhorias na qualidade do produto e relação dos custos de produção por meio da redução dos desperdícios, aumento da eficiência e da eficácia de todas as operações que visam atender as necessidades dos clientes (ANTONY; BAÑUELAS, 2001).

A implementação do programa Six Sigma não é tarefa fácil, é um processo central, que depende muito de vários fatores críticos que irão afetar o sucesso da implementação, que serão essenciais para o sucesso do programa como o empenho da gerência e o comprometimento dos funcionários, necessita alterar a cultura da empresa onde necessita inserir uma infra-estrutura organizacional adaptada garantindo a introdução, desenvolvimento e continuidade do programa (WIPER; HARRISON, 2000). Uma das características mais importantes do programa Six Sigma é o investimento de treinamento para seus funcionários, onde a empresa tem por finalidade motiva-los para novos desafios mudando assim a cultura organizacional da empresa.

Em resumo o programa Six Sigma, já utilizado em várias empresas, tem como principal fator a melhoria dos processos e da competitividade. No entanto, é preciso o envolvimento de todos na organização, com a consequente e consciente colaboração de todos os seus colaboradores.

A justificativa desse trabalho, reside na dificuldade de otimização e melhoria de um processo já existente em uma indústria sucroalcooleira, aqui denominada de X, trabalhado nas varias variáveis existentes nesse processo e constatamos que o tempo vai passando, tecnologias novas chegam e a utilização é quase nula, impedindo assim a melhoria no processo produtivo, a qualidade do trabalho fornecido, um produto final de qualidade superior as demais concorrentes, com um custo menor de produção. No setor sucroalcooleiro na Paraíba mantem-se uma cultura do gastar menos, produzir mais e nesse meio vários fatores negativos como mão de obra despreparada e pouquíssimos investimentos de melhorias na indústria.

De maneira objetiva, o processo de produção do açúcar da supramencionada indústria será estudada, desde o processamento da cana até a obtenção do produto final. Trata-se de melhorias que eventualmente possam ser feitas no processo industrial, ou pelo menos sugeridos. Vislumbra-se a possibilidade da prática desse modelo de gestão nesse trabalho.

## **1.1 OBJETIVOS**

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as práticas da qualidade dentro de uma indústria X dentro do setor sucroalcooleiro, observando as melhorias que podem ser alcançadas no seu processo utilizando as ferramentas da metodologia Six Sigma, visando não só a qualidade do produto final, mas a qualidade e a confiabilidade dos processos industriais.

- Estudar o processo de produção do açúcar na indústria X e verificar quais as necessidades do processo produtivo que necessitam de melhoria na qualidade.
- Listar as técnicas e ferramentas da metodologia Six Sigma que podem ser testados na empresa para a melhoria em seu processo.
- Propor através do estudo do processo, e análises a otimização destes, levando-se em conta a produção limpa, com redução nos desperdícios do processo.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## **2.1 PRINCÍPIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

As novas teorias do desenvolvimento sustentável e da economia biológica, põe-se diante de um novo paradigma não mais uma economia baseada apenas em dois parâmetros, quais sejam o trabalho e o capital (quer seja capital natural, seja produto homem), mas nas tecnologias de qualidade, respeitando o meio ambiente.

## **2.2 GESTÃO DA QUALIDADE**

O conceito tradicional de Gestão da Qualidade sempre envolve duas áreas básicas de atuação- uma no âmbito global e outra no âmbito operacional. No âmbito global, cabe a Gestão da Qualidade colaborar decisivamente no esforço da alta administração da empresa em definir as políticas da qualidade da organização. No âmbito operacional, cabe a gestão da qualidade desenvolver, implantar e avaliar programas de qualidade. A Gestão da Qualidade pode ser conceituada, portanto, de uma forma sintética, como o processo de definição, implantação e avaliação de políticas de qualidade (PALADINI, P.; EDSON, 2012).

A qualidade deve ser baseada em todas as empresas por meio de um conjunto de políticas e atividades que possam definir e obter qualidade desejada em seu produto final. Para isso é necessário certificar a empresa de acordo com a norma apropriada para cada setor. A norma que se destaca no setor sucroalcooleiro utiliza a ferramenta ISO22000.

ISO 22000 é uma norma internacional, que define os requisitos de um sistema de gestão de segurança de alimentos abrangendo todas as organizações da cadeia alimentar, da "colheita à mesa". A ISO 22000 se adequa a todos os negócios da cadeia alimentar, incluindo organizações inter-relacionadas, tais como produtores de equipamentos, materiais de embalagem, agentes de limpeza, aditivos e ingredientes.

A ISO 22000 é conhecida por empregar empresas que buscam um sistema de gestão da qualidade e o seu programa de gestão de segurança de alimentos incluem comunicação interativa, gestão de sistema, melhorias e atualizações contínuas do sistema de gestão de segurança de alimentos entre outras

A norma tem uma estrutura muito parecida com as ISO 9001 e 14001. Seus critérios dividem-se em três partes: Práticas, produção e manufatura de alimentos ou programas de pré-requisitos, Segurança alimentar seguindo os padrões de controle de riscos da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e Sistema de gestão: monitoramento, ética, contato com o cliente, documentação etc.

Podemos ver que a norma ISO 22000 vai muito além de simplesmente monitorar e implementar uma gestão de segurança alimentar, mas busca meios para que a empresa esteja sempre melhorando nesse quesito e constrói bases para que seja mais fácil localizar e resolver problemas. Assim, a certificação da ISO 22000 não está relacionada apenas à parte de segurança alimentar, mas à toda gestão da empresa.

O comprometimento da administração com o programa é uma situação inovadora, porém com os funcionários demoram certo tempo para se absorver, o primeiro objetivo é a definição clara da missão da organização, ou seja, qual a razão da sua existência, qual é o seu negócio. Em seguida traçar uma visão de longo prazo, a qual expressa o sonho da alta administração em relação a situação de sua organização entre 5 a 10 anos, importante também alguns princípios, crença e valores na qual traça linhas de condutas gerenciais e pessoais que devam ser respeitadas (BERTOLINO, 2010).

A respeito da política, sua formalização, depende de:

- Fornecer uma forma de previsibilidade de ações as pessoas de dentro e fora da organização (clientes, fornecedores, funcionários e partes interessadas);
- Motivar as pessoas na organização a pensar com maior profundidade sobre os problemas relacionados as questões que envolvem a qualidade e segurança;
- Fornecer uma base para as ações da gerência e dar legitimidade a elas;
- Permitir a comparação entre a prática da organização e suas intenções.

Os objetivos passam de genéricos a metas concretas para todas as áreas da organização, assim consegue-se analisar os pontos fracos e fortes da empresa, que com os dados externos (mercado, concorrentes, tendências, características dos produtos, riscos potenciais a saúde dos consumidores) gerarão as diretrizes de maior prioridade. Os objetivos e metas devem construir as bases para decisões no processo de melhoria continua e de inovação tecnológica, bem como o controle de riscos e impactos específicos sobre a qualidade e a segurança dos produtos. O compromisso com a melhoria contínua significa que padrões cada vez mais elevados devem ser estabelecidos. Para alcançar seus objetivos, metas e programas, a organização deve considerar os seguintes fatores:

- Resultados obtidos a partir da identificação de perigos específicos capazes de afetar a inocuidade do produto;
- Resultado das exigências legais e outras;
- Opções tecnológicas;
- Recursos financeiros operacionais;

- Visão dos trabalhadores e de outras partes interessadas;
- Novos empreendimentos e projetos;
- Dados históricos referentes as questões de qualidade e segurança;
- Alinhamento com os objetivos globais da organização;
- Possibilidade de revisão de suas partes;
- O valor obtido ao atingir as metas deve ser superior ao custo para estabelecê-las e administrá-las;

### 2.3 OTIMIZAÇÃO, MELHORIA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

A organização, com o objetivo de uma melhoria contínua, deve constantemente melhorar a eficiência do seu sistema de gestão de qualidade por meio de uso de política de qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análises de dados, ação corretivas e preventivas e avaliação crítica pela direção (KIRCHNER *et al.*, 2009).

No processo de melhoria contínua as empresas estão buscando melhorar seu desempenho sustentável. A sustentabilidade gera inovação, diminui riscos e melhora a reputação das empresas. Porém com a alta competitividade, as empresas estão a cada dia buscando novos métodos e alternativas para alcançar tal objetivo.

Uma dessas alternativas é a qualificação da mão de obra, que em uma empresa é um dos principais fatores de fracasso ou sucesso. Hoje a maior razão para uma baixa produtividade nas empresas, é a falta de pessoas qualificadas, além disso, há uma significativa diminuição do tempo dos trabalhadores nas empresas. E muito embora seja de conhecimento de todos, que o resultado de uma empresa é de acordo com a capacidade e de seus profissionais, são poucas as empresas que contribuem para obter um quadro técnico de excelência, devido a mão de obra barata em relação a profissionais qualificados.

Apesar de algumas empresas acharem ideal o não investimento em profissionais com qualidade, devem observar o lado negativo dessa opção, uma vez que a opção por mão de obra capacitada pode melhorar a agilidade na execução das tarefas, além do aumento dos conhecimentos em áreas específicas, visando a melhoria dos processos mal elaborados e propondo soluções para problemas. Em caso de profissionais sem qualificação, a probabilidade de retrabalho é maior, o tempo de execução das tarefas aumenta e a produtividade cai, correndo o risco de maiores casos de demissões, onde o contratante terá uma despesa a mais devido a rescisão de contrato.

Outra melhoria que pode ser citada é a relação entre a empresa, fornecedores e clientes, assegurando que o produto adquirido está em conformidade com os requisitos especificados antes da aquisição. A empresa deve avaliar e selecionar fornecedores com base na sua capacidade de fornecer produtos de acordo com os requisitos da organização. Critérios para seleção, avaliação e reavaliação devem ser estabelecidos, devem manter registro dos resultados e de quaisquer ações necessárias, oriundas das avaliações. No caso dos clientes, é preciso considerar também as matérias-primas, os materiais, os elementos comprados e os processos de execução. Na avaliação e decisão é importante considerar as expectativas do cliente, da distribuição e da produção (KIRCHNER *et al.*, 2009).

A Gestão da Qualidade tem lançado ferramentas de estratégias altamente eficientes, que se caracterizam, em primeiro lugar, pela simplicidade de concepção e de implantação, que têm início com:

- (1) Procedimentos elementares de análise de problemas, tais como o Diagrama causa-efeito e o Diagrama Matriz.

O Diagrama causa-efeito, identificado também como gráfico de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa (nome do criador), destina-se a análise de operações e situações típicas do processo produtivo. Já o Diagrama-matriz é uma ferramenta mais recente. A motivação para seu desenvolvimento decorre da necessidade de organizar, de forma racional e lógica, dados ou informações que descrevem uma situação. Essa situação pode ser operação, uma ação, uma propriedade, elemento que interfira, de forma decisiva no processo, ou em alguma de suas fases (por exemplo, matérias-primas). Ambos os diagramas beneficiam a eficiência da análise de processos e a facilidade de utilização. (PALADINI, P.; EDSON, 2012).

- (2) Procedimentos elementares de visualização de processos. Tais procedimentos salientam a substituição pela imagem que a representa. Nesse caso incluem-se os histogramas, as folhas de checagem, o diagrama de Pareto e os fluxogramas.
- (3) Planejamento: essa ação é essencial à Gestão da Qualidade, e é executado pela alta administração, embora muitas ações de qualidade sejam desenvolvidas e feitas pela gestão de operações. As primeiras estratégias envolvem o diagnóstico dos itens básicos, como as potencialidades e as fragilidades da empresa.

A estratégia utilizada pela alta administração é o PDCA, onde o planejamento seja aplicado de forma cíclica, envolvendo P (*plan*)- planejamento, D(*do*)- execução, C (*check*)- controle e A(*act*)- ação, garantindo assim um processo organizado de melhoria.

Já a estratégia utilizada pela gestão operacional tem um alcance mais limitado, utilizam o diagrama de seta e o diagrama árvore.

(4) A automação de processos pode ser analisada sob um ponto de vista bastante específico, na qual se deve analisar a estrutura do modelo e a interação entre os elementos do processo e os mecanismos que visam informatizar procedimentos e operações, gerando assim menos custos, favorecendo o processo como um todo. (PALADINI, P.; EDSON, 2012).

Para uma empresa investir em gestão da qualidade precisa analisar os custos versus benefícios, e as não conformidades internas.

De modo geral podemos identificar 4 tipos de custos para se obter a qualidade:

- Custo devido a falhas internas: associados a defeitos (não conformidades, erros), ou seja, custo de retrabalho, refugo, reinspeção e redução de preço de produto devido a uma má qualidade.
- Custo devido a falhas externas: associados a defeitos encontrados nos produtos depois de comercializados, ou seja, custo de assistência técnica no período de garantia, por rompimento de contrato por não atendimento das especificações, e por ações judiciais.
- Custo de avaliação de qualidade: decorrentes das atividades de verificação de grau de conformidade com os requisitos de qualidade, ou seja, inspeção do processo, inspeção final e teste, auditoria de qualidade e manutenção da rastreabilidade e acuracidade de equipamentos de inspeção e teste.
- Custo de prevenção: decorrente das atividades necessárias para reduzir ao mínimo os custos de falhas e reavaliação, ou seja, planejamento da qualidade, revisão de novos produtos em desenvolvimento, controle de processo, auditoria da qualidade e qualificação, desenvolvimento de fornecedores e treinamentos (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO, 2010).

Já as não conformidades internas que podem ter origem diversas:

- Auditoria de primeira parte, são auditorias de BPF, APPCC, sistema de gestão da qualidade;
- Auditoria de segunda parte, são executadas por clientes ou terceiros representantes comerciais;
- Auditoria de terceira parte, são executadas por organismos certificadores creditados (OCCs);
- Inspeção CIP, inspeções realizadas pela empresa terceirizada que realiza o controle integrado de pragas (CIP);

- Reclamações de clientes (SAC), reclamações de clientes provenientes do serviço de atendimento ao consumidor devido a problemas de qualidade e contaminações, analisadas mensalmente pela garantia de qualidade;
- Devoluções, devoluções de clientes e/ou representantes devido a problemas de qualidade e contaminações, analisadas mensalmente pela garantia de qualidade;
- Fiscalização de órgãos públicos, inspeções da vigilância sanitária, da Anvisa, de órgãos ambientais, etc.

## **2.4 PRODUTIVIDADE**

Produtividade é o resultado daquilo que é produtivo, ou seja, do que se produz, do que é rentável. É a relação entre os meios, recursos utilizados e a produção final. É o resultado da capacidade de produzir, de gerar um produto, fruto do trabalho, associado à técnica e ao capital empregado.

## **2.5 PERDAS NA INDUSTRIA**

Com a atual crise mundial, faz-se necessário rever e pensar seriamente sobre as perdas e os desperdícios, com isso especificaremos três tipos de perdas e desperdícios existente na indústria:

- 1 **PERDAS VISÍVEIS** – São aquelas perdas que ocorrem diariamente e que podem ser vistas a olho nu: sobras de materiais, descarte do excesso de produção, produtos com avarias, consumo exagerado de energia, perdas ou vazamentos de água e vapor, quebras de equipamentos, devoluções de produtos defeituosos pelo cliente, reclamações procedentes dos clientes.
- 2 **PERDAS INVISÍVEIS** – São todas aquelas perdas que temos alguma dificuldade de mensurar e contabilizar na empresa, como por exemplo: perda da imagem institucional, perda de uma concorrência ou licitação, numero de clientes que desistiram da compra..
- 3 **PERDAS FUTURAS** – São aquelas decorrentes de ações de planejamento não realizadas com alta probabilidade de perdas no futuro

próximo. Também podemos considerar possíveis perdas com crises por falta de preparação e existência de um plano B ou C.

De acordo com os tipos de perdas citadas, menciona-se as possíveis perdas existente em uma indústria:

- Perdas por Falhas Administrativas
- Perdas por Falhas Operacionais
- Perdas por Desorganização
- Perdas por Logística
- Perdas de Tempo Devido às Medições e Ajustes Excessivos
- Perdas por Rendimento de Materiais
- Perda com Ferramentas e Gabaritos
- Perda por Desligamento ou Parada
- Perdas por Falha ou Quebra
- Perda por Setups e Ajustes
- Perdas de *Start Up*
- Perdas por Pequenas Paradas
- Perda de Velocidade
- Perdas por Defeito e Retrabalho

O principal a ser feito é entender como cada perda ocorre para trabalhar constantemente uma a uma a fim de reduzir ou eliminar os desperdícios. Este é um dos focos da melhoria contínua e o caminho que as indústrias devem buscar.

## **2.6 SIX SIGMA**

O *Six Sigma*, ou Seis Sigmas é um programa de melhoria que tem por objetivo a redução de desperdícios da não qualidade e conseqüentemente, a redução de custos e o favorecimento no atendimento aos requisitos de clientes, tanto na qualidade de produto, como confiabilidade da entrega (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010).

### 2.6.1 HISTÓRIA DO SIX SIGMA

O *Six Sigma* é um programa de melhoria surgiu na Motorola nos anos 80, desenvolvido pelo engenheiro Bill Smith, e em 1987, essa empresa ganhou o prêmio Malcom Baldrige de excelência em qualidade (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010).

Mais tarde, no início dos anos 90, os ex-funcionários da Motorola, Mike Harry e Richard Schroeder, especialistas em qualidade, criaram o “*Six Sigma Academy*”, sendo os responsáveis pela difusão do programa para outras empresas, que começaram a utilizar, com sucesso, para gerenciar seus negócios. O termo *Six Sigma* é marca registrada da Motorola, que mantém um centro de treinamento, a Motorola University, que oferece vários cursos e certificados de capacitação no referido programa. O *Six Sigma* foi definido por Mike Harry e Richard Schroeder como “uma estratégia inovadora para a melhoria da qualidade, redução de custos e melhoria da satisfação dos clientes”. Outra definição diz ser um processo de negócios que permite que as empresas melhorem drasticamente suas atividades, de forma a reduzir desperdícios, ao mesmo tempo em que aumenta a satisfação dos clientes (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010).

Grandes empresas que aplicaram o programa, como GE, *Asea Brown Boveri* (ABB), *Allied Signal*, entre outras, relataram uma economia de ordem milionária devido à redução de desperdícios, trazidos pelos projeto. O nome do programa *Six Sigma*, faz referência ao nível de capacidade de processos, ou seja, um processo cuja variabilidade do resultado, medida em unidade de desvio-padrão, sigma, corresponde a um duodécimo da variação máxima aceitável, definida na especificação do projeto do produto, para variação do resultado em torno de um valor nominal (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010).

### 2.6.2 PRINCIPAL FOCO DO SIX SIGMA

As melhorias decorrentes de um projeto *Six Sigma* podem ser significativas e satisfatórias, sendo constituídas de:

- Estrutura organizacional: estabelece níveis de capacitação e de responsabilidade para a condução de projetos de melhoria. São os *Belts* e *Champions*;
- Método DMAIC, adotado pelo *Six Sigma* é um método iterativo de melhoria, a exemplo do PDCA ou MASP (método de análises e solução de problemas);

- Técnicas estatísticas e não estatísticas: usadas como auxiliares no processo de análise e tomada de decisão nas diferentes etapas do método de *upgrade*.

Na estrutura organizacional o desenvolvimento do programa é feito por figuras organizacionais bem definidas: *Champions*, *Master Black-belts*, *Black-belts*, *Green-belts*. Essa estrutura é paralela à estrutura organizacional tradicional da empresa. O nível mais alto é o *Champion*, assumido pela alta gerência da empresa. O *Master Black-belts*, *Black-Belts*, são de responsabilidade um funcionário de média gerência, de formação técnica, especialmente designado para essa função. O *Green-Belts*, é assumido por um funcionário de nível médio para baixo, de área técnica, ou administrativa.

Essa estrutura organizacional é um grande diferencial do programa *Six Sigma* em relação aos programas de qualidade criados anteriormente. Primeiramente, porque cria um ramo de estrutura organizacional da empresa exclusivamente voltado para a gestão da melhoria, providenciando os recursos por um lado, e cobrando resultados e prestando contas pelo outro (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO, 2010).

### 2.6.3 MÉTODO SIX SIGMA PARA A MELHORIA

O método DMAIC é um método de desenvolvimento de projetos *Six Sigma*. É um acrônimo para *Define*, *Measure*, *Analyse*, *Improve* e *Control*. Essas etapas são, em linha geral, as mesmas etapas do método de análises e soluções de problemas, apesar do DMAIC ser estruturado de forma diferente.

Definir (*Define* – D) – essa fase tem por objetivo determinar qual será o projeto. Para tanto, é preciso definir qual é o objeto de estudo do projeto e o problema, bem como o efeito indesejável que se pretende eliminar.

Pré-requisitos importantes para a definição de projetos *Six Sigma* são:

- Identificação das características críticas para a qualidade do produto;
- Mapeamento dos processos de realização de produto.

Um ponto fundamental para a definição de um projeto *Six Sigma* é o conhecimento das pessoas envolvidas com o processo sobre o qual, são geradas as não conformidades e os desperdícios. Ferramentas que podem ajudar a fundamentar a decisão sobre a definição do problema são: estratificação de dados, gráficos de tendência, gráfico de Pareto e folha de verificação.

A decisão final sobre a definição de um projeto *Six Sigma* deve levar em conta outras informações, tais como:

- Potencial benefício que essa melhoria trará em termos de redução de desperdícios e redução de custos da não qualidade, ou seja, qual é o ganho estimado;
- Planejamento e definição da abrangência do projeto, incluindo pessoas envolvidas, cronograma de atividades e recursos necessários.

Medir (*Measure* - M) – uma vez definido qual será o objeto de estudo, ou seja, o problema a ser atacado, sua meta é coletar dados que possam auxiliar na investigação das características específicas do problema e das causas do problema em estudo. Uma medição importante nessa fase é sobre a capacidade do processo, sendo necessário coletar mais dados sobre o processo para melhor caracterizar a dispersão de resultados. Estratificação dos dados também pode ser importante, a exemplo de estratificação por turno de produção.

Na etapa de medição é importante ser feita uma averiguação do sistema de medição, para se assegurar que esse instrumento esteja produzindo resultados confiáveis. Nesse caso é importante que haja um plano de coleta de dados, identificando os dados necessários, quantidade e os momentos em que esses resultados devem ser coletados, já que em alguns casos, a coleta pode interferir na rotina da produção.

Análise (*Analyse* - A) – O objetivo é identificar as causas fundamentais do problema. Para isso os dados coletados na etapa anterior servem como base para as análises e conclusões desta etapa, e novas coletas podem ser necessárias.

A análise fundamental é do relacionamento entre o efeito indesejável (o problema) e suas causas. Portanto, as ferramentas fundamentais nessa etapa são os diagramas de relacionamento de causa e efeito, que são testados por meio de experimentos. As técnicas de planejamento e análises de experimentos podem ser usadas, incluindo instrumentos estatísticos como teste e hipótese, análise de variância, análise de regressão. Assim sendo, planejamento e análise estatística dos dados podem ser usados para auxiliar a se chegar a uma conclusão sobre como minimizar ou eliminar o problema.

Ao final dessa etapa, espera-se obter uma boa explicação para o problema e a identificação de uma oportunidade de melhoria e uma possível solução. É uma etapa que requer capacitação técnica da equipe para identificar causas fundamentais e propor ações que eliminem ou minimizem a problemática.

Melhorar (*Improve* - I) – Após concluída a análise e a proposição de melhoria, deve-se executar a ação de melhoria. Ainda pode-se requerer experimentos para validar tais melhoramentos propostos. Novas análises da capacidade do processo também podem ser

necessárias para confirmar os resultados esperados, além da intensificação da implementação das ações.

Controlar (*Control* - C) – Tem o objetivo de garantir que as melhorias obtidas não se percam, para isso, devem-se rever os procedimentos, incluindo novos controles sobre o processo, como instruções de trabalho, registros e outros meios. Pode-se adotar gráficos de controle ou de tendência e dispositivos que sejam a prova de falhas.

#### **2.6.4 APLICAÇÃO DO SIX SIGMA**

Nas últimas décadas o programa *Six Sigma* expandiu-se pelas empresas como uma das melhores estratégia para gestão da qualidade e melhoria contínua em todos os setores de serviços. O investimento das empresas em capacitação dos funcionários e nas técnicas aplicadas estatisticamente em seus projetos, estão trazendo benefícios significativos principalmente em diminuição das despesas e desperdícios. Dois pontos são muito significativos para a eficiência na aplicação deste programa: (1) redução dos custos da não qualidade e (2) utilização de técnicas estatísticas.

A respeito da política para sua formalização, esta depende de:

- Haver uma forma de previsibilidade de ações as pessoas de dentro e fora da organização (clientes, fornecedores, funcionários e partes interessadas);
- Motivar as pessoas na organização a pensar com maior profundidade sobre os problemas relacionados as questões que envolvem a qualidade e segurança;
- Encontrar uma base para as ações da gerência e dar legitimidade a elas;
- Permitir a comparação entre a pratica da organização e suas intenções.

Com isso são lançados programas de melhorias como o BPF (boas práticas de fabricação), que são um conjunto de diretrizes e regras para o correto manuseio de produtos, abrangendo desde as matérias-primas até o produto final, de forma a garantir a segurança do que é produzido pela organização. O descumprimento de tais regras por parte dos empregados pode ser submetido a penalidades legais previstas na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

### 2.6.5 TÉCNICAS APLICADAS AO SIX SIGMA

As técnicas utilizadas são métodos e ferramentas do método DMAIC que surgiram antes da criação do *Six Sigma* e foi incorporado ao programa. As técnicas não estatísticas como Análises de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA), diagrama de causa e efeito e Pareto auxiliam na identificação dos problemas, possíveis causas e priorização para tratamento dos problemas. O mapeamento de processos auxilia a explicar as atividades realizadas e identificar os parâmetros de processo que requerem análise pormenorizadas.

O 5S pode ser uma primeira solução, de amplo aspecto, adotada para a redução de desperdício. Para a melhoria do processo utilizam técnicas estatísticas como teste de hipótese e análise de variância (ANOVA). Técnicas de planejamento e análise de experimentos também podem auxiliar na identificação de melhoria de produtos, já os gráficos de controle são utilizadas para monitorar os resultados e processos de fabricação, tanto na fase de análise como na fase de controle (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010).

Outra técnica que pode ser citada é a PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). O ciclo PDCA também é chamado ciclo de Deming, pois foi introduzido nos processos organizacionais por W.E.Deming (CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO,2010), e é atualmente a base estrutural das normas para o *Six Sigma*. É aplicado para se atingir resultado e garantir o sucesso dos negócios em qualquer empresa, independente da área de atuação. O ciclo começa pelo planejamento, em seguida a ação ou o conjunto de ações planejadas são executadas. Verifica-se o que foi feito estava de acordo com o planejado, de maneira constante e repetida (ciclicamente), iniciando-se uma ação para eliminar ou pelo menos mitigar defeitos no produto ou na execução.

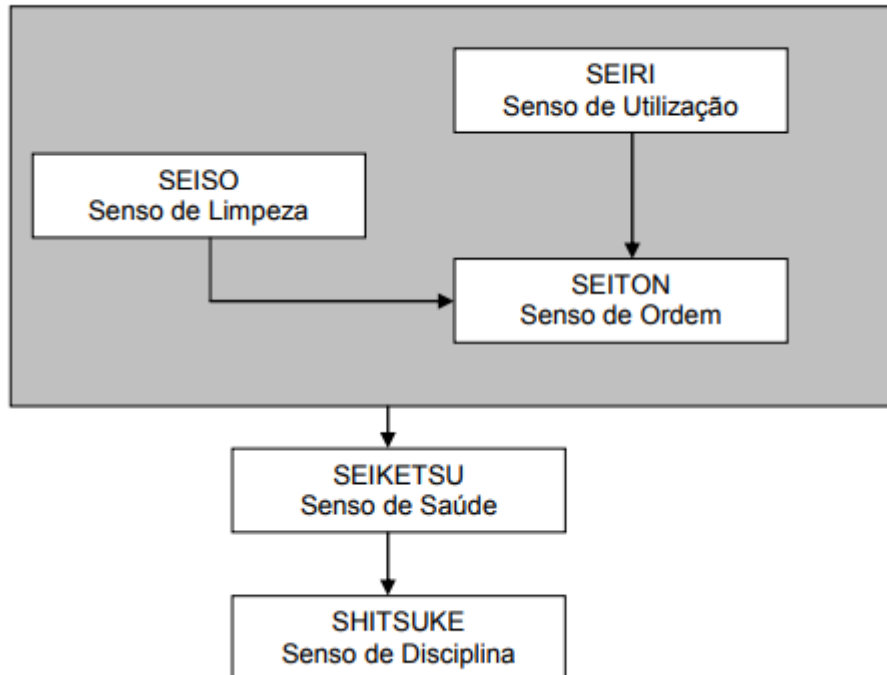
### 3.7 PROGRAMA 5S

O programa 5S têm sua origem nas iniciais das palavras japonesas *seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*. Em português são conhecidos como os sentidos de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina. Pode ser considerado como um sistema organizador, mobilizador e transformador de pessoas e organizações. (VANTI 1999).

O programa 5S melhora o gerenciamento da rotina promovendo o crescimento e acultamento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade (CAMPOS, 1998),tem como o objetivo de melhorar diversas condições de trabalho e criar na organização o ambiente de

qualidade, fazendo com que as pessoas ou colaboradores possam criar seu ambiente de trabalho e transformar os seus potenciais em realização. O programa representa a mobilização dos colaboradores para a introdução de programas de qualidade mais avançados como é apresentado na figura abaixo.

**Figura 2- Fluxograma 5S**



Fonte: Rodrigues (2006)

### **3.7.1 SEIRI (senso de utilização)**

*Seiri* (Senso de Utilização) tem como objetivo otimizar a alocação e utilização de móveis, equipamentos e materiais de trabalho em geral. É aconselhável que nos locais de trabalho estejam apenas o necessário e com *layout* adequado para utilização eficaz. As metas a serem atingidas com este senso são: otimização da utilização de materiais, infra-estrutura, equipamentos e espaço (RODRIGUES, 2006).

### **3.7.2 SEITON (senso de organização)**

Seu objetivo è identificar e arrumar tudo aquilo que foi considerado útil no senso anterior, levando em conta seu fácil acesso. Ordenar racionalmente móveis, equipamentos,

materiais de uso e documentos, para facilitar o acesso e à utilização dos diversos recursos (RODRIGUES, 2006).

### **3.7.3 SEISO (Senso de Limpeza)**

*Seiso* tem como objetivo deixar sempre limpos, ou em condições favoráveis para uso, os recursos físicos, móveis e equipamentos utilizados e sua meta principal é a definição de calendário de limpeza e manutenção de equipamentos, ferramentas e estruturas. Essa limpeza pode ser entendida como monitoramento do ambiente de trabalho, levando em conta o propósito de não sujar. (RODRIGUES, 2006).

### **3.7.4 SEIKETSU (Senso de Saúde)**

*Seiketsu* refere-se à execução dos 3 sentidos anteriores de forma sistematizada, ou seja, manter o descarte, a organização e implantar o padrão de limpeza de forma contínua, com a preocupação e atenção com a própria saúde física, mental e emocional. Resulta da padronização das atividades anteriores de forma sistematizada com manutenção e monitoração dos estágios já alcançados para que não retrocedam. Para tal gerenciamento dá-se ênfase na manutenção da padronização adotada. (GANDRA *et al.*, 2006).

### **3.7.5. SHITSUKE (Senso de disciplina)**

Tem o objetivo de manter a casa em ordem, com os cumprimentos dos padrões definidos nos passos anteriores. A regra é fazer as coisas como devem ser feitas.

Os principais benefícios esperados com o 5S são a melhoria do ambiente de trabalho, a redução de desperdício e a melhoria da produtividade, já que deve haver uma redução de tempos improdutivos, outro benefício bastante relevante é a melhoria da saúde e segurança do trabalho.

O 5S é um programa de conceitos muito simples, mas de difícil implementação e manutenção. Muitas empresas iniciam o 5S pelo descarte, arrumação e limpeza, mais não conseguem manter o padrão. Uma forma que as empresas utilizam como critérios para manterem o programa, são premiações ou penalizações das equipes responsáveis pela manutenção do programa em determinada área.

## **3.8 ANALISE DO SETOR SUCROALCOOLEIRO**

Segundo Márcia Azanha Ferraz Dias de Moraes, a desregulação do setor sucroalcooleiro, faz parte de um processo mais amplo de afastamento do Estado da economia brasileira, iniciada no governo Collor. A globalização da economia e a abertura de mercados levaram o afastamento do Estado devido a busca de ganhos face à produtividade na economia brasileira. Deve-se levar em conta também, a complexidade existente na cadeia produtiva da cana de açúcar, que evidenciam questões importantes, dentre elas, a forma de atuação do governo nesse mercado.

Considerando-se a importância do setor em termos de desenvolvimento regional, como gerador de empregos, de renda, de divisas, formador de capital, e as dificuldades de equilibrar a oferta e a demanda pelas forças de mercado, é necessária identificação das ações que devem ser tomadas para evitar os impactos altamente negativos, da redução acentuada dos preços. Resumindo, o setor precisa ser organizado, de modo a garantir oferta de todos os produtos: açúcar, álcool anidro e álcool hidratado, e não o direcionamento à produção de um determinado produto.

É necessário o desenvolvimento de um modelo de gestão para cadeia produtiva da cana de açúcar, que permita o planejamento e a adequação da agroindústria canavieira, envolvendo atores públicos e privados (MORAIS, M. Z. D., *et al.* 2002).

O setor sucroalcooleiro vem se transformando nas diversas esferas que envolvem o processo produtivo do açúcar e do álcool. Devido ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas, a aplicação sistemática da ciência à produção, a introdução de novas tecnologias, ou ainda, através da racionalização do trabalho na produção. O investimento em capital constante, meios de produção, em detrimento do capital variável, força de trabalho, é uma tendência que vem sendo incorporada pelo agronegócio, no entanto, abrindo mão do trabalho manual, em certas situações em que o mesmo demonstra ser produtivo.

Na maioria das vezes, são empresas de pequeno e médio porte que são compradas e administradas por multinacionais, mesmo com a implantação de várias técnicas e até mesmo máquinas de nova geração, ainda é um setor rústico, trazendo uma cultura muito forte na sua forma de trabalho.

A indústria sucroalcooleira é auto sustentável de insumos, ou seja, não há desperdício tudo é reaproveitado no processo, começando pela lavagem e moagem da cana de açúcar, geração de bagaço, que por sua vez é reaproveitado como gerador de energia nas caldeiras, e até mesmo vendido para ser utilizado como ração animal, finalizando com a produção de açúcar e do mel final. O mel final é destinado para a destilaria sendo utilizado para a produção do álcool anidro e hidratado, que culmina na geração da vinhaça, subproduto este, que junto

com a torta de filtro é utilizado para aumentar a fertilidade e adubar o solo, na plantação de cana.

### **3.9 PERSPECTIVA DE EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

Tendo em vista que, na maioria das usinas, é utilizado braçal como maior fonte de geração de emprego, a precariedade de mão de obra especializada e treinada para as funções e etapas produtivas dentro do processo sucroalcooleiro, é notório a má contribuição para uma melhoria no processo de fabricação. Analisando a situação, verifica-se que a otimização do processo dentro da produção, melhoraria a qualidade tanto do processo, como do produto final, evitando assim retrabalhos e perdas de tempo, produto e dinheiro.

### **3.10 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma ferramenta que tem por finalidade desenvolver e aplicar métodos estatísticos como parte de nossa estratégia para prevenção de defeitos, melhoria da qualidade de produtos e serviços e redução de custos (Bruce W.Prince, 2005)

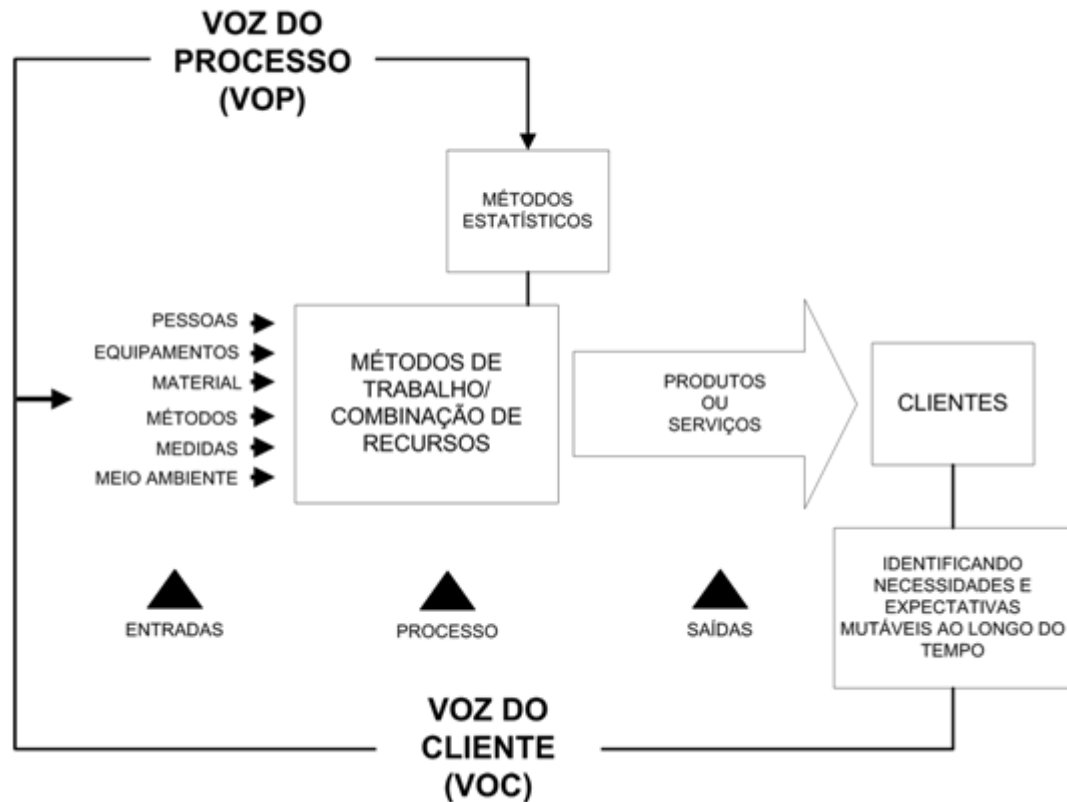
É a combinação de máquinas, métodos, material e mão-de-obra envolvidos na produção de um determinado produto ou serviço sendo assim o conjunto de decisões que tem por objetivo a satisfação de determinados padrões ou especificações por parte dos produtos focados no cliente.

Nesse sistema possuem quatro elementos essenciais são eles:

#### **3.10.1 PROCESSO**

É a combinação de fornecedores, produtores, pessoas, equipamentos, materiais de entrada, métodos e meio ambiente que trabalham juntos para produzir o resultado (produto), e os clientes correspondem aos elementos que utilizam o resultado.

**Figura 1 fluxograma do controle estatístico**



Fonte: (Bruce W.Prince, 2005)

### 3.10.2 INFORMAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO EM UMA USINA SUCROALCOOLEIRA

As informações sobre o desempenho surge através das análises de saída, ou seja, através das avaliações do processo. A informação mais relevante sobre o desempenho de um processo vem, entretanto, da compreensão do processo em si, e de sua variabilidade interna. As características do processo (como temperaturas, tempo de ciclos, taxas de alimentação, taxas de absenteísmo, rotatividade de pessoas, atrasos, ou número de interrupções) deveriam ser o alvo supremo de nossos reforços (Bruce W.Prince, 2005)

### **3.10.3 AÇÕES SOBRE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR**

As ações aqui mencionadas, referem-se apenas à produção do açúcar em indústrias sucroalcooleiras. Os processos de produção, se tornam mais econômicos quando ações são realizadas de forma a garantir que todas as características principais do produto variem-se em relação aos seus valores.

Serão citados algumas ações que possam contribuir para o melhoramento, são elas:

- Mudanças nas operações;
- Treinamento para os operadores;
- Mudança nos materiais que entram;
- Mudanças dos elementos mais básicos dos processos;
- Equipamento;
- Comunicação interpessoal;
- O projeto do processo como um todo, que pode ser vulnerável à mudança de temperatura e umidade;

Todas as avaliações devem ser monitoradas e analisadas para haver uma tomada de decisão.

### **3.10.4 AÇÃO SOBRE RESULTADOS**

Uma ação sobre o resultado possui uma frequência de menor economia quando se limita a detectar e corrigir produtos fora dos padrões, sem ao menos houver indicação de ontem tenha ocorrido a falha. Caso haja uma não conformidade no produto, gera assim o retrabalho em quaisquer item que não esteja de acordo com as especificações exigidas.

Esta atitude deve ser mantida até que a ação corretiva necessária sobre o processo tenha sido tomada e verificada, ou até que as especificações do produto tenham sido alteradas.

## **3.11 MONITORAMENTO INTEGRADO DAS PRAGAS NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA**

Uma técnica que mantém as pragas sempre abaixo do nível em que causam danos para as lavouras. O controle pode ser feito por meio de insetos (controle biológico), uso de feromônios, retirada e queima da parte do vegetal afetada, adubação equilibrada, poda e raleio. O MIP é uma alternativa proposta pela comunidade científica para diminuir o uso de agroquímicos, que tornam os insetos mais resistentes e podem causar a contaminação de alimentos e do lençol freático quando aplicados indiscriminadamente (TAGUCHI, V.2014).

O MIP, Manejo Integrado de pragas, é um procedimento de extrema importância para a cultura da cana-de-açúcar. Devido ao processo de mecanização, que hoje já alcança quase 100% das lavouras, e também à eliminação das queimadas, verifica-se o aumento gradativo da incidência de pragas nos canaviais. Com isso, o produtor tem enfrentado prejuízos frequentes.

Para implementar o MIP possuem três etapas necessárias: avaliar o ecossistema, tomar decisões e escolher a estratégia de controle a ser utilizada. Avaliar o agroecossistema e seu planejamento a fim de conhecer as pragas existentes e seus períodos de cultura em relação ao ataque na lavoura, com o histórico da cultura a possibilidade de prever o método a ser utilizado se torna maior. Após uma cultura implantada, as decisões seguintes de tomar e escolher a estratégia de controle, diz respeito a utilização do tratamento indicado para um melhor resultado na lavoura (BOARETTO, M.A. et al, 2010).

O controle de pragas é feito com a redução do uso de pesticidas com o controle biológico das pragas e manutenção de um viveiro de mudas de espécies nativas para recuperação de matas ciliares. Com isso, os colaboradores não só recebem capacitação em cursos de educação ambiental, mas transformam isso em prática.

### **3.12 BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO**

Garantir que as Boas Práticas de Fabricação – BPF – sejam compreendidas e seguidas adequadamente pelos colaboradores, firmando o compromisso com a boa qualidade e a segurança dos produtos produzidos e comercializados na indústria sucroalcooleira.

Seu objetivo é conscientizar, praticar e manter em cada colaborador um espírito de responsabilidade em relação à qualidade higiênica/sanitária que deve apresentar todas as fases do processo industrial assegurando com isto, que os nossos produtos sejam produzidos com mais qualidade e livres de qualquer contaminação que possa constituir um risco para a saúde do consumidor.

As diretrizes apresentadas neste manual são aplicadas aos produtos sucroalcooleiro (Açúcar e Álcool) e servirá como base de orientação para todos os colaboradores envolvidos no processo, abrangendo:

- Almoxarifado
- Armazém
- Balança
- Caldeira
- Calibração dos equipamentos
- Departamento de mecânica
- Destilaria
- Empacotamento
- Esteira
- Fabricação de açúcar
- Laboratório Industrial
- Limpeza geral
- Manutenção preventiva dos equipamentos
- Moenda
- Oficina elétrica
- P.C.T.S
- Segurança no Trabalho
- Tráfego

### **3.13 PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL**

Procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados e monitorados, visando estabelecer a forma rotineira pela qual o estabelecimento industrial evitará a contaminação direta ou cruzada e a adulteração do produto, preservando sua qualidade e integridade por meio da higiene antes, durante e depois das operações industriais. No setor sucroalcooleiro são aplicados da seguinte forma:

#### **3.13.1 CONDIÇÃO DE SAÚDE**

Todos os colaboradores do setor sucroalcooleiro, por ocasião de sua contratação, são submetidos a exames pré-admissionais de Audiometria e Hemograma com contagem de plaquetas e, alguns exames específicos de acordo com o setor de destino. Por ocasião de sua admissão, os colaboradores repetem os mesmos exames que foram submetidos na admissão.

Todos os colaboradores do setor de empacotamento da usina, devido às características das funções executadas, são submetidos à pesquisa de salmonela e, realizam, a cada 6 (seis) meses, exames de Parasitológico de fezes. Esse controle é realizado para evitar contaminação ao açúcar produzido

### **3.13.2 DOENÇAS E SAÚDE**

O colaborador que apresentar lesões nas mãos ou no braço é mantido na função se o ferimento permitir a desinfecção e proteção com luva, de forma a não oferecer risco de contaminação ao açúcar. No caso de não ser possível aplicar estas medidas ou em casos de lesões mais graves, sintomas de gastroenterite aguda ou crônica, portadores de patógenos transmitidos via alimentar, acometidos de infecções pulmonares ou faringite, o colaborador é afastado das atividades que tenham contato com o açúcar, só retornando às suas funções quando se apresentar totalmente curado.

### **3.13.3 HIGIENE PESSOAL**

Os colaboradores são treinados a higienizarem as mãos e seguirem as regras de comportamento pessoal com o objetivo de evitar a contaminação do açúcar.

Os colaboradores da área de empacotamento e armazém de açúcar recebem uniformes na cor branca para o período da safra. Cada uniforme é composto de calça de elástico, sem bolsos e blusa de mangas sem botões para evitar que entre em contato com o açúcar. Os colaboradores ficam responsáveis pela lavagem do uniforme. O uniforme é trocado a cada início de safra, salvo em caso de acidentes com os mesmos. As botas são substituídas quando necessário. O controle da distribuição dos uniformes e botas fica a cargo do SESMT, que mantém registro de cada colaborador.

Os colaboradores da fabricação de açúcar e da destilaria não possuem uniformes. São orientados para trabalharem de calça de tecido resistente e camisa de mangas. A usina fornece bota industrial para cada colaborador. As botas são substituídas sempre que se faz necessário. Os colaboradores do setor de empacotamento são orientados para retirarem quaisquer objetos

de adorno tais como: anéis, pulseiras, relógios, brincos e cordões, salvo aliança de matrimônio.

### **3.14 COMPORTAMENTO PESSOAL**

Todos os colaboradores diretamente ligados a produção, empacotamento e armazenagem do açúcar são instruídos para utilizar o manual de procedimentos ao manipular o açúcar como também, durante o processo de fermentação para a produção de álcool. São também orientados quando estão manipulando quaisquer outros materiais e insumos considerados potencialmente perigosos para a saúde dos mesmos ou que oferecem riscos de contaminação para o açúcar.

Todos os colaboradores são instruídos para utilizarem os EPI'S e EPC'S necessários à suas atividades quando para a preservação da saúde e integridade física dos mesmos.

Todos os colaboradores ligados diretamente com o setor de empacotamento, armazém de açúcar e pré-fermentação do álcool, recebem treinamento e são continuamente cobrados em relação a higiene na manipulação do açúcar e de higiene pessoal afim de evitar contaminação ao açúcar.

Os colaboradores são orientados para lavar as mãos:

- Quando chegar ao trabalho;
- Depois de utilizar os sanitários;
- Depois que assoar o nariz;
- Depois que usar materiais de limpeza;
- Depois que recolher o lixo e outros resíduos;
- Depois que manusear sacarias, caixas, garrafas e alimentos não higienizados;
- Depois que manusear dinheiro;
- Antes de manipular alimentos;
- Antes de tocar em utensílios higienizados;
- Antes de colocar nas máquinas a película para empacotar o açúcar;
- Periodicamente e, principalmente, quando as mãos apresentarem sujidade visível.

### **3.14.1 VISITANTE**

Todas as pessoas que não trabalham no setor de empacotamento são consideradas visitantes, portanto, usam toucas, protetor auricular e retiram adornos toda vez que for necessário entrar no setor de empacotamento.

### **3.14.2 TREINAMENTO**

Todos os colaboradores do setor de empacotamento e armazém devem receber treinamento de higiene pessoal na admissão e o treinamento se repete sempre que for necessário.

Esse treinamento é essencial devido a todos os funcionários dessa área estarem em contato direto com o alimento, ou seja, o açúcar.

## **3.15 ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DO CONTROLE**

O sistema APPCC, por meio da identificação e controle dos pontos críticos, age de forma proativa, identificando e corrigindo as falhas durante o processo, não necessariamente que o produto esteja pronto para que seja verificada a sua qualidade. Agindo no processo, e não no produto final, a aplicação do plano da Avaliação dos Perigos em Pontos Críticos de Controle APPCC reduz o custo com amostragens de produtos finais, evitando desperdício dos produtos acabados, e também diminui a quantidade de análises durante o processo. Isso faz com que o sistema se torne prático, de baixo custo e uma ferramenta eficaz na prevenção de falhas.

O sistema evita que produtos finais sejam desperdiçados apenas para inspeção da qualidade já que o controle da qualidade é realizado durante todo o processo e o sistema não necessita que o produto esteja pronto para inspecionar sua qualidade, ele evita que sejam produzidos lotes de produtos com a qualidade comprometida (PALADY, 1997). O Sistema de Avaliação dos Perigos em Pontos Críticos de Controle (APPCC) garante a segurança alimentar, mas também reduz custos e aumentar o lucro. Isto porque ele minimiza perdas, contribui para a saúde e traz maior satisfação dos clientes, tornando as empresas mais competitivas, de forma a tornar possível a ampliação da sua fatia de mercado. O APPCC pode ser aplicado em todas as etapas da cadeia alimentar, desde a obtenção da matéria-prima no campo, até o consumo do produto final na mesa do consumidor. O APPCC estabelece a proteção, a saúde e do consumidor.

## 4 METODOLOGIA

Na linha de realização do presente trabalho a metodologia partiu de uma ampla pesquisa bibliográfica, dentre artigos científicos e biblioteca virtual. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Paraíba, Campus V, e a parte experimental, conduzida no Laboratório de Processos e Operações Unitárias.

A parte experimental do trabalho consistiu na análise qualitativa desde o bagaço, caldo, massas dos cozimentos, água da caldeira até o produto final o açúcar.

### 4.1 UNIVERSO E AMOSTRAS

O universo da pesquisa é uma indústria do setor sucroalcooleiro, produtora de açúcar. O interesse principal foi estudar as práticas de ferramentas de qualidade na produção do açúcar.

Dentre as amostras analisadas estão:

Caldo Primário que é o caldo de cana extraído no primeiro terno da moenda no qual estava contido na cana-de-açúcar.

Caldo de última pressão, ou seja, caldo de cana extraído no último terno da moenda no qual utilizasse esse terno para controlar a pol dos caldos.

Caldo decantado que é o caldo que saiu do decantador para eliminação das impurezas contidas no caldo.

Caldo caleado, caldo que recebe adição de leite de cal, para também coagular parte do material coloidal, precipitar as impurezas e elevar o pH para valores neutros.

Caldo sulfitado é o caldo resultante da extração (essencialmente o da primeira prensagem) é peneirado para a retirada das impurezas grossas, sulfitado com SO<sub>2</sub> para auxiliar na coagulação das matérias coloidais, na formação de precipitados – que farão o arraste das impurezas durante a sedimentação e na desinfecção do caldo.

Para todos esses caldos foram feitas análises de Brix, a Pol, a pureza, o AR, ART, pH, com acréscimo apenas no caldo caleado onde analisa a cor Icumsa e o caldo sulfitado a quantidade de SO<sub>2</sub>. Presente no caldo.

- Massa A, essa massa necessita de um pé de cozimento onde inicia-se o cozimento a partir do momento em que o xarope é enviado para o vácuo de cozimento, onde nesse processo é adicionado a semente para que possa ocorrer a cristalização, além disso recebe o magma B ou pé do cozimento para que aja interação entre as sementes e o mel resultando na cristalização.

- Massa C, essa massa recebe em seu vácuo de o meu rico que ainda possui uma alta concentração de açúcar passível de ser cristalizado, por essa razão retorna para o cozimento junto com o xarope, e o mel pobre é utilizado no cozimento de uma segunda massa, denominada massa C ou magma.
- Mel rico, a massa A é descarregada a centrifuga onde essa massa é lavada com a água e na segunda lavagem que é feita com vapor é retirado o mel rico.
- Mel pobre, resultado da primeira lavagem da massa A na centrifuga, essa lavagem é feita com água.
- Mel final é o licor mãe obtido da centrifugação da massa B é denominado mel final, que pode ser armazenado e enviado para produção de etanol.
- Magma é a mistura de cristais de açúcar proveniente da centrifugação da massa “B” com xarope, caldo clarificado, água, para ser usada como pé de cozimento.
- Água filtrada é a água que foi tratada com produtos químicos e que vai passar pelas resinas para ir para o balão de alimentação.
- Água de alimentação é a água aquecida antes de ir pra caldeira.
- Água da caldeira é utilizada para geração de vapor não deve causar corrosão ou incrustações.

São utilizadas para analisar as águas as análises de pH tanto na água filtrada, alimentação e água da caldeira, dureza total, cloretos na água da caldeira e na água de alimentação, fosfato, hidrazina, sílica e ciclos.

#### **4.1.1 COLETA DE AMOSTRAS**

As amostras foram coletadas no período das 7:00 às 18:00 horas em uma usina situada na zona rural de Santa Rita-PB, aqui, intitulada de usina X.

#### **4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS**

As amostras analisadas foram retiradas de cada etapa do processo e a análise feitas instantaneamente para que não houvesse nenhuma perda ou erro nos resultados.

#### 4.2.1 BRIX

O Brix é a porcentagem em massa de sólidos solúveis existente em uma solução de sacarose. Para essa análise os caldos, já resfriados, foram filtrados com papel de filtro. Em seguida colocados no prisma do refratômetro aonde foram feitas as análises de Brix.

#### 4.2.2 POL

O Pol é a porcentagem de sacarose aparente, existente em uma solução açucarada e é determinada pela vibração da luz polarizada. Para essa análise 150 ml de cada um dos caldos foi adicionado a um erlemeyer, em seguida adicionada uma solução de acetato de chumbo, e o recipiente foi levado para agitação. Posteriormente a solução foi filtrada. Desprezando-se os 25 ml iniciais do filtrado, foi feita a leitura sacarimétrica do restante, logo após a filtração, para evitar que o caldo se torne turvo. Quando necessário, foi utilizada um pouco de solução de ácido acético a 20% para eliminar a turbidez.

#### 4.2.3 PUREZA

A Pureza é determinada através da divisão das medidas Pol pelo Brix multiplicando-se o resultado por 100, de acordo com a Equação 1, a seguir. Esse cálculo apresenta a porcentagem de pureza existente nas análises, sejam caldos ou até mesmo o açúcar. Quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para se recuperar açúcar.

$$\text{Pureza (\%)} = (\text{Pol \%} \div \text{Brix \%}) \times 100 \quad (1)$$

#### 4.2.4 AÇÚCAR REDUTOR

O Açúcar Redutor, ou AR, é a quantidade de glicose e de frutose presentes na cana, que afetam diretamente a sua pureza, já que refletem em uma menor eficiência na recuperação da sacarose pela fábrica.

Para tal análise filtrou-se cada um dos caldos, fazendo-se posteriormente uma solução com 50 mL de água destilada 2mL de solução de Fehling A + B e 2 a 3 gotas de azul de metileno a 1%. A solução, já homogeneizada, foi colocada em um redutec pré-aquecido, e fervida por 2 minutos. Os caldos foram então gotejados sobre a solução em ebulição, até a

mudança de coloração. Os volumes de caldo gastos foram anotados, para se calcular o AR, de acordo com a Equação (2). Já o AR dos méis, pela Equação (3),

$$\text{A.R. (\%)} = 1 \div \text{mL de volume de caldo gasto} \quad (2)$$

$$\text{A,R, (\%)} = (625 \div \text{mL gasto na bureta}) \quad (3)$$

#### 4.2.5 AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS

Os Açúcares Redutores Totais, ou ART, é o indicador que representa a quantidade total de açúcares da cana (sacarose, glicose e frutose). O ATR é determinado pela relação POL/0,95 mais o teor de açúcares redutores. A concentração de açúcares na cana varia, em geral, dentro da faixa de 13 a 17,5%.

Foram pesadas 25,0g dos caldos previamente filtrados, fazendo –se uma solução com 5mL da solução de EDTA 4%. A 20 mL da solução anterior, foram acrescentados água destilada, sendo posteriormente aquecida a 65°C, em banho maria. Adicionou-se 10mL de ácido clorídrico 6,34N, agitando-se o balão com movimentos rotatórios, A solução foi deixada em repouso por 30 minutos. A seguir, adicionou-se 3 a 4 gotas da solução indicadora de fenolftaleína 1% e lentamente, solução de hidróxido de sódio 20% até que uma solução de coloração rosa fosse obtida. Para a eliminação da coloração rosa, 1 ou 2 gotas de ácido clorídrico 0,5N foi adicionada. Após resfriamento, a água destilada. foi adicionada a 20mL dessa solução foi então levada ao redutec, aonde colocou-se 10mL do licor de Fehling. A mistura foi aquecida até a ebulição, o que deve ser conseguido em 2min e 30 segundos. A adição da solução deve ser continuada até que a cor original desapareça. Adiciona-se 3 a 4 gotas da solução de azul de metileno, procedendo-se com uma titulação até que a cor azul desaparecesse, tornando-se vermelho tijolo. O volume gasto foi anotado. O procedimento anterior foi repetido. A mistura foi então aquecida até a ebulição e mantida nessa situação por 2 minutos. O tempo total, desde o início da ebulição, até o final da titulação deve ser de 3 minutos. O volume gasto foi anotado e corrigido com com o fator do licor de Fehling, anotando-o como V. O volume da solução, necessário para a completa titulação, é inversamente proporcional ao teor de açúcares redutores presente na mesma. A % de ART, é calculada pela Equação (4).

$$\text{ART (\%)} = (397,15 \div V) + 0,484 \quad (4)$$

#### 4.2.6 UMIDADE DO BAGAÇO

O bagaço é o resíduo gerado pela extração do caldo nos terno de moenda, o bagaço é utilizado para geração de energia gerada pela queima do próprio pela caldeira, com isso sua umidade deve ter em média 50% de umidade, ou seja, a umidade do bagaço consiste na quantidade de caldo ainda existente no bagaço.

Para se obter esse parâmetro, 50g de bagaço foi pesado no cesto da estufa (Peso inicial), e depois de seco, pesado novamente. A umidade de bagaço é fornecida pela Equação 5.

$$\text{Umidade no bagaço (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso final} * 100 \quad (5)$$

#### 4.2.7 UMIDADE DA TORTA

A Umidade da torta é um importante resíduo da indústria sucroalcooleira proveniente da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo, onde sua umidade varia de 60 a 75%.

Para essa análise, repetiu-se o mesmo procedimento descrito no item anterior. Fazendo-se o cálculo de acordo com a Equação 6.

$$\text{Umidade da torta (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso final} * 100 \quad (6)$$

#### 4.2.8 SO<sub>2</sub> DO CALDO SULFITADO

Ao caldo sulfitado foi adicionado 5mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1:3, 0,5g de carbonato de sódio P.A e 0,25g amido P.A. Essa mistura foi titulada com uma solução de Iodo 0,03125N ou N/32. O teor de SO<sub>2</sub> é fornecido pela Equação 7.

$$\text{SO}_2 \text{ (ppm)} = \text{mL gastos} \times 100 \quad (7)$$

#### 4.2.9 MEDIDAS DE pH

Havendo o controle desse parâmetro, o processo de tratamento dos caldos geram assim no final do processo um açúcar de boa qualidade. Acidez, valores elevados de acidez são

indício de deterioração da cana-de-açúcar, que dificulta e até inviabiliza o seu processamento. Os pH das amostras foram registrados com o auxílio de um pHmetro

#### 4.2.10 COR ICUMSA

A cor do açúcar se baseia na medida em que a luz atravessa de uma solução de açúcar, através de um determinado comprimento de onda. Em geral pode-se dizer que: uma menor cor está associada a uma melhor qualidade do produto, ou seja, serve para medir a capacidade de passagem de luz através de uma solução de açúcar (50 °Brix), em um determinado comprimento de onda de 420 nm (TOSTES, D. 2015).

Foi preparada uma solução com aproximadamente 5 °Brix com 50mL do xarope diluído que foi utilizado para a determinação do Brix e da Pol, filtrando-se posteriormente essa solução preparada. O pH do filtrado foi ajustado para  $7 \pm 0,1$  utilizando solução de ácido clorídrico ou hidróxido de sódio 0,1N. Em seguida a solução foi analisada em um espectrofotômetro em um comprimento de onda de 420nm e a leitura efetuada.

#### 4.2.11. DUREZA DA ÁGUA

A dureza da água é uma propriedade relacionada com a concentração de íons de determinados minerais dissolvidos na água, ou seja, uma água é considerada dura, quando contém quantidades significativas de certos sais, como cálcio, magnésio, zinco. É importante medir a dureza da água utilizada na usina, uma vez que a água dura promove deposições nas tubulações dessas indústrias. Assim sendo, foram analisadas a alcalinidade total, a alcalinidade hidróxida, a presença de fosfato, sílica e hidrazina, onde a hidrazina atua como sequestrante de oxigênio prevenindo assim a corrosão dos equipamentos.

Para a determinação da alcalinidade total, a 50mL de água foram adicionadas 4 gotas do indicador metilorange a 0,1% e titulados com ácido sulfúrico a 0,02 N até a mudança de cor (de Vermelho tijolo para Salmão). A alcalinidade total foi obtida de acordo com a Equação 8.

$$\text{Alcalinidade Total (mg de CaCO}_3 \text{ /L)} = 20 \times \text{Volume gasto da bureta} \quad (8)$$

Para a determinação da alcalinidade hidróxida, adicionou-se a 50mL de água 4 gotas de fenolftaleína a 0,5 %, 10mL da solução de cloreto de bário a 10 % e titulados com ácido

sulfúrico a 0,02 N até a mudança de cor de rosa para o incolor. Essa alcalinidade hidróxida é calculada de acordo com a Equação 9.

$$\text{Alcalinidade Hidróxida} = 20 \times \text{Volume gasto da bureta} \quad (9)$$

A presença de fosfato e sílica na água foi detectada através de espectrofotometria de absorção atômica no espectrofotômetro UV\_VIS 190 a 1100 . A presença de hidroxizina foi determinada através da comparação de cor.

#### **4.2.12. UMIDADE DO AÇÚCAR**

O teor de umidade do açúcar é provavelmente um dos parâmetros mais importantes, ele determina sua estabilidade e manutenção da qualidade durante a estocagem. Os micro-organismos presentes no filme de mel circundando o cristal são a causa usual de serias deterioração e estes não conseguem se desenvolver em soluções de densidades ou concentrações altas. Vários sólidos de não sacarose, que podem estar presentes no filme de mel, tais como açúcares invertidos, certos compostos inorgânicos (cloreto de sódio e magnésio) e alguns coloides, são naturalmente higroscópicos. Sob certas condições eles podem absorver umidade da atmosfera e com isso causando significativo aumento na umidade e deterioração do açúcar. A relação entre a umidade e a não sacarose no filme de mel, expressa o fator de segurança ou indicador de diluição, esse fator tem o limite de 0,25% caso esteja maior o aumento da cor e a degradação química e biológica aumenta. As análises de umidade foram medidas no analisador de umidade por infravermelho da marca GEHAKA IV 2002.

#### **4.3 FERRAMENTA DA GESTÃO DA QUALIDADE**

O objetivo desta parte da metodologia é identificar as ferramentas de gestão da qualidade e analisar se elas estão sendo utilizadas como informação para as tomadas de decisões do processo produtivo.

A aplicação das ferramentas de qualidade dentro da indústria sucroalcooleira, mostraria para seus administradores onde e como deverá haver alterações e melhoramento de cada área dentro da usina.

Havendo assim um maior controle de todo o processo, analisando procedimentos, falhas e formas de aperfeiçoamento tanto humana como mecânica e melhorar todas as etapas visando assim mais economia no processo como uma condição de trabalho com eficiência e qualidade diminuindo perdas e aumentando ganhos com o produto final e também ganhos com redução de paradas e manutenções.

Dentro deste contexto foi bastante explorado o método de aplicação DMAIC (método de desenvolvimento de projetos *Six Sigma*) durante aproximadamente 2 meses de trabalho na Usina X. A participação foi ativa, desde a gerência, pessoal do laboratório e processos de fabricação. Assim sendo, foram desenvolvidas as análises, ao mesmo tempo que se buscava a solução dos problemas em cada etapa do processo de fabricação de açúcar. O programa *six sigma* foi inicialmente aplicado dentro dessa usina, em todas as áreas identificadas neste trabalho, gerando assim a melhoria do processo de produção do açúcar.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com o controle estabelecido e aplicado aos operadores da moenda na tabela abaixo está presente os resultados das médias das análises obtidas durante o processo de produção, no início da safra 2017/2018 que ocorreu no mês de setembro do presente ano, foram observadas os erros que recorriam diariamente com empanque nas esteiras, aumento da vazão dos caldos para poderem enviar caldo para a produção de açúcar e para a destilaria, com isso ocorrendo assim problemas no processo de evaporação, vez por excesso de caldo ou falta do mesmo. Ao analisar a situação houve uma conversa com o responsável pela fabricação, onde foram colocadas as observações dos pontos negativos que ocorriam naquele processo, dentre eles o operador do *braking* seria novato e precisava de acompanhamento do seu superior para que ocorresse menos empanque e com isso impedisse que houvesse paradas para concerto, com essa tomada de atitude os empanques diminuiram quase que por completo. O outro ponto a ser corrigido foi o controle das rotações da moenda, a embebição e a forma de distribuição dos caldos, com todas essas formas de controle o processo conseguiu aumentar as rotações de moenda, com isso aumentando a cana moída horária gerando assim maior produção tanto para o processo de açúcar como para a destilaria.

Os analistas dos laboratórios industrial e PCTS ao serem contratados das 24 pessoas apenas 6 delas conheciam o processo das análises, o restante nunca entraram em um laboratório. Como a equipe conheceu o ambiente de trabalho no dia que começou a moagem, não houve tempo de introduzir treinamento, então foram passadas noções iniciais dos

processos e para melhor desempenho foi colado ao lado de cada equipamento seus POP'S ( processo operacional padrão) caso houvesse dúvidas o material exposto serviria de pesquisa, com essa tática ao longo do tempo as funções designadas estão sendo feitas com eficiência e qualidade, nesse setor foi introduzido as ferramentas 5S para obtermos um melhor resultado entre as pessoas que operam ali. Assim com os resultados podemos controlar o processo iniciando pelas análises dos caldos exposto na tabela abaixo.

**Tabela 1-Análises de controle dos caldos**

ANÁLISES DOS CALDOS						
	brix	pol	prz	pH	Acidez	AR
caldo primário	16	14,02	87,63	5,17	1,91	0,16
caldo misto	15,2	13,09	86,12	5,52	1,61	0,5
caldo da ultima extração	5,8	4,93	84,99	0	0	0
caldo decantado	14,2	12,38	87,15	5,75	0,34	0,47
Xarope	63	53,72	85,27	6,04	0	1,25

No processo de tratamento do caldo, existe um controle de análises em que anotamos os resultados das análises para que o funcionário responsável por essa etapa controle e corrija caso seu processo não esteja de acordo com as especificações exigidas pelo laboratório de qualidade , mostrados na tabela abaixo.

**Tabela 2- Análises de controle do tratamento do caldo**

ANÁLISES DO TRATAMENTO DO CALDO	
TIPOS DE CALDOS	PH
<b>Caleado</b>	8,46
<b>Decantado</b>	6,78
<b>Sulfitado</b>	4,61
<b>SO2</b>	480

As etapas de separação dos méis e dos magmas é um dos principais motivos dos problemas na produção, onde possui dois tipos de centrifugas BMA Mawsa e a Bosco onde a diferença do processamento é enorme, em uma delas a manutenção é feita por pessoas que

não possuem experiência com o equipamento, tornando assim um paleativo para que o processo não corresse paradas para manutenção de algo seguidos na tabela abaixo.

**Tabela 3- Análises de controle dos méis.**

<b>ANALISES DOS MÉIS</b>			
	brix	pol	Prz
<b>Mel rico</b>	75,5	57,69	76,42
<b>mel pobre</b>	75	51,3	68,39
<b>mel final</b>	77,05	46,74	60,3
<b>massa a</b>	90,5	75,91	83,88
<b>massa c</b>	91	67,22	73,87
<b>magma c</b>	81	73,16	90,32
<b>magma returbinado</b>		88,61	94,26

Em relação as análises do produto final, ou seja o açúcar. As análises foram efetuadas entre duas e três vezes durante a semana utilizando a estrutura do laboratório da Universidade Federal da Paraíba, devido aos equipamentos estarem defeituosos. Servindo apenas como um material informativo desse controle, conforme a tabela abaixo.

**Tabela 4. Controle de análises d açúcar**

<b>ANALISES DO AÇÚCAR</b>				
<b>brix</b>	<b>Pol</b>	<b>prz</b>	<b>cor</b>	<b>umidade</b>
<b>99,1</b>	98,9	99,79	284	0,01

O processo de análises e controle do tratamento de água é feito diariamente três vezes por dia, uma em cada turno. Esse controle podemos analisar e identificar se o tratamento de água esta sendo feito corretamente, com isso os resultados das análises são encaminhadas ao responsável pelo setor e com isso ele irá corrigir as análises que estiverem com a não conformidade.

**Tabela 5. Análises de controle de águas (balão de alimentação, caldeira e filtrada)**

## ANÁLISES DE ÁGUAS

ALIMENTAÇÃO		CALDEIRA									FILTRADA
pH	Cloreto	pH	Dureza Total	Alcalin. Total	Alcalin. Hidróx.	Cloreto	Ciclos	Fosfato	Hidraz.	Sílica	pH
6,64	21,3	10,12	0	224	112,26	90	5,37	20-40	0,15	136,85	6,69

## 6 CONCLUSÃO

Como sabemos, a aplicação de qualquer ferramenta de qualidade na produção não é algo que seja de fácil implementação. Entretanto, a aplicação do programa *Six Sigma* na usina X, localizada na região de Santa Rita-Pb, foi bem recebido por todas as esferas que formam aquela indústria.

Verificou-se através das análises dos materiais existentes em todo o processo de fabricação do açúcar, e durante um período de aproximadamente 30 dias, uma melhora na produção, com a identificação dos pontos que necessariamente precisavam de upgrade e controle dos resultados, com o aval dos responsáveis da usina foi feito um controle referente a melhoria do açúcar produzido, inicialmente o açúcar estava chegando ao armazém com umidade alta em torno de 24% de umidade, a cor chegando a 1000 e sua granulometria estava com cristais uniformes. Com o controle da produção das sementes para cristalização foi nítido como os cristais se tonaram mais uniformes e brilhosos, já a umidade caiu para 0,02% e sua cor hoje está entre 230 e 256, transformando um açúcar com aparência de areia de praia tanto na cor como na umidade, hoje tornou-se um açúcar com padrão comercial, agradando assim o consumidor final. Foram evidentes as melhoras tanto na forma do desempenho das tarefas, no desempenho dos operadores e nos resultados das análises obtidas, confirmando-se assim, que a aplicação do *Six Sigma* no processo produtivo e organizacional, conduz a uma melhora na fabricação, gerando ao final do processo um produto com qualidade melhor e consequentemente gerando lucros para a empresa e melhorando a satisfação dos funcionários, pois esses conseguem ver o desempenho das suas atividades no produto final.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Confeccionar um programa de controle da produção, onde neste programa possui todos os cálculos referente a cada etapa de produção, visando assim o controle do processo e a estimativa da quantidade do produto final gerado pela produção, além disso, também é capaz

de identificar onde se localiza as perdas no processo podendo assim haver um controle dessas perdas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(MARCIA ZANHA DIAS DE MORAIS, PERY FRANCISCO ASSIS SHIKIDA -  
Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios– São Paulo 2002.  
P. 21 e 22.

ANTONY, J.; BAÑUELAS, R. A strategy for survival. Manufacturing Engineer, v. 80, n. 3,  
p. 119-121, 2001.

ARNDT K., HANS KAUFMANN, DIETMAR SCHMID E GEORG FISCHER. Gestão da  
Qualidade. Segurança do trabalho e gestão ambiental, edição se não for a 1ª, local: editora, v2.  
2009

BERTOLINO, MARCO TÚLIO. Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia. P.  
14,15, 2010

BOARETTO, M.A.et al, Manejo integrado de pragas , 2010 :

BRUCE, W. PRICE – controle estatístico do processo , segunda edição. 2005  
(<http://www.portaaction.com.br/controle-estatistico-do-processo/introducao>)

CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO. Gestão da qualidade, conceitos e técnicas. P.26,27,  
105, 106, 150-153, 204.2009

GANDRA, MARCO A. ET AL. Programa 5S na Fábrica. Um suporte para implantação do  
Sistema de Gestão Integrada. Belo Horizonte, 2006.  
<http://revistagloborural.globo.com/Colunas/fazenda-sustentavel/noticia/2014/03/guia-de-boas-praticas-o-que-e-manejo-integrado-de-pragas-mip.html>

PALADINI, P.; EDSON. Gestão da Qualidade teorias e práticas 2012 v.2, p.136, 239-245.

PALADY, P. FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo  
problemas antes que ocorram. São Paulo: IMAM, 1997.

RODRIGUES, M. V. Ações para a Qualidade GEIQ (Gestão integrada para a qualidade): padrão Seis Sigma, classe mundial. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

TAGUCHI, V. guia-de-boas-praticas-o-que-e-manejo-integrado-de-pragas, 2014

TOSTES, D. 2015: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/palestra.danilo.tostes.pdf>

WIPER, B.; HARRISON, A. Deployment of Six Sigma methodologies in Human Resource function: A case study. Total Quality Management, v. 11, n. 4, p. 720-728, 2000.