



Universidade Estadual de Maringá

Centro de Tecnologia

Departamento de Engenharia de Produção

Comentado [F1]: Lista de siglas, figuras, quadros e tabelas

**Redução da Variabilidade do Processo de Produção de
Néctar de Laranja**

Felipe André Carbonieri

TCC-EP-22-2013

**Maringá - Paraná
Brasil**

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

**Proposta de Redução da Variabilidade dos Parâmetros
Físico-Químicos em Produção de Néctar de Laranja**

Felipe André Carbonieri

TCC-EP-22-2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Prof. Danilo Hisano Barbosa*

**Maringá - Paraná
2013**

Dedico este trabalho especialmente a Deus e aos meus pais, João e Angélica, que me deram força, discernimento e coragem para tomar as decisões que me trouxeram até aqui.

AGRADECIMENTOS

A liderança é o ato de inspirar pessoas a realizarem, através do conjunto, mais do que poderiam sozinhas. Ainda que eu tenha percorrido muito pouco do meu caminho, de minha missão de vida, tenho plena consciência de que Deus me iluminou a tomar as decisões que tomei e a conhecer as pessoas que me influenciaram a realizar mais. Agradeço ao Professor Danilo Hisano Barbosa pela paciência, pelos valiosos ensinamentos e pela disposição em enriquecer e possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço com muito carinho e com a certeza de que esse tipo de gratidão é uma constante que levarei comigo, à minha família, todos os “Andrés” e “Carbonieris”, em especial: Angélica, João, Flá, Fer, Puc e Dona Mimi pelo amor que sempre me foi dado, pela confiança, pelo respeito e pelo ótimo ambiente de crescimento pessoal que sempre me foi ofertado. E também pelos puxões de orelha necessários.

Agradeço à minha namorada Vivian, por ter aceitado fazer parte da minha vida, e por tê-la deixado muito mais gostosa e divertida, com o seu sorriso bravo e pelas olheiras nas madrugadas que cruzamos juntos para cumprirmos nossos objetivos no presente ano.

Agradeço aos meus grandes e eternos amigos de infância, Léo, João, Gui, Gi, Zeza, Thais, Angélica e Maria por ter tido a oportunidade de conhecê-los e pela generosidade de permitir-me levar um pouquinho do que há de bom em cada um deles em meu coração.

Agradeço aos grandes amigos que fiz na faculdade, minha turma de agro toda, pois tenho a certeza de que a nossa unidade tornou tudo muito mais fácil, mais importante que isso, promoveu muitas risadas e experiências de vida inesquecíveis. Agradeço também à UEM pelo suporte científico prestado.

“Se 5 bilhões de pessoas acreditam em uma coisa estúpida, essa coisa continua sendo estúpida.”

(Jacques Anatole France)

“Stay hungry, stay foolish.”

(Steve Jobs)

Felipe André Carbonieri |
(2013)

RESUMO

A metodologia *Lean 6 Sigma* é a junção de uma cultura de erradicação de desperdícios e melhoria contínua com ferramentas técnicas e analíticas, estatísticas, que visam a estabilização e o controle de processos. Essa metodologia contempla em si o uso de ferramentas da qualidade alinhadas ao macro objetivo de cada etapa do DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*). No caso da produção de néctar de laranja na empresa *Alpha*, as variáveis de saída, ou seja, os parâmetros físico-químicos da bebida, que são restritivos em relação à liberação do produto ao mercado, oscilavam de forma significativa no processo. O uso das ferramentas da qualidade possibilitou chegar a 3 iniciativas para redução da variabilidade, partindo de um número inicial de fatores bem maior.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Etapas Padrão do DMAIC | 11 |
| Figura 2: Estratégia de Melhoria Eficaz | 14 |
| Figura 3: Histograma do Brix do Produto | 16 |
| Figura 4: Histograma da Acidez do Produto..... | 16 |
| Figura 5: Diagrama de Ishikawa | 18 |

Felipe André Carbonieri |
(2013)

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Comparação entre Lean e a Gestão Comum | 6 |
| Quadro 2: Relação dos 7 tipos de desperdício com ferramentas da qualidade | 2 |
| Quadro 3: Resumo da Integração Lean 6 Sigma | 14 |
| Quadro 4: Estratificação das Oportunidades de Melhoria por Importância e Complexidade | 21 |
| Quadro 5: 5W2H | 26 |
| Quadro 6: Plano de Ação | 30 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°Brix – Percentagem de sólidos solúveis

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PCP – Planejamento e Controle de Produção

SIPOC – Supplier, input, process, output, customer

5W2H – Ferramenta da Qualidade, what, why, when, who, where, how, how mu

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Contextualização | 1 |
| 1.2 Objetivo | 2 |
| 1.2.1 Objetivos Específicos | 2 |
| 1.3 Método da Pesquisa | 2 |
| 1.3.1 Caracterização da Pesquisa | 2 |
| 1.3.1.1 Abordagem | 2 |
| 1.3.1.2 Tipo de Pesquisa | 3 |
| 1.3.1.3 Estratégia de Pesquisa | 3 |
| 1.4 ETAPAS DA PESQUISA | 3 |
| 1.4.1 Realizar Referencial Teórico | 3 |
| 1.4.2 Entrevista | 4 |
| 2.REFERENCIAL TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1 LEAN | 5 |
| 2.2 6 SIGMA | 9 |
| 2.3 LEAN 6 SIGMA | 12 |
| 2.3.1 Por que Lean e 6 Sigma são Complementares? | 12 |
| 3. ESTUDO DE CASO | 15 |
| 3.1 INFORMAÇÕES DA EMPRESA | 15 |
| 3.1 ENTREVISTAS COM GERENTES E BELTS..... | 15 |
| 3.2 DEFINIÇÃO DO PROCESSO ALVO | 15 |
| 3.3 SEGUNDA ETAPA DAS ENTREVISTAS..... | 17 |
| 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS | 26 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 30 |
| 6. REFERÊNCIAS | 31 |
| ANEXO I | i |

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Segundo Aguiar (2002) o programa 6 Sigma promove mudanças profundas em uma organização que vão além do processo, chegam à filosofia de vida dos colaboradores envolvidos no mesmo. A empresa que busca o desenvolvimento contínuo através desta metodologia muda a sua forma de identificar e lidar com oportunidades de melhoria.

Dentre estas mudanças, a forma de tratamento da empresa aos problemas ficarão voltadas ao atendimento das necessidades do cliente. Todos os projetos aprovados devem vislumbrar alguma melhoria de resultado monetário. Além do processo, as pessoas também devem aperfeiçoar-se e permanecerem em constante evolução nas suas funções e na percepção da manufatura enxuta, adquirindo autonomia para reduzirem desperdícios, assim os problemas deixam de ser apenas de um departamento e passam a ser um problema da empresa toda e a forma de resolução de problemas obedece a um padrão pré-estabelecido (AGUIAR, 2002).

A abordagem deste trabalho está relacionada com a interação dos programas de Lean e 6 Sigma que vêm sendo inseridos como cultura na organização e na filosofia de trabalho dos colaboradores. Na empresa em estudo a utilização destas duas metodologias não é concorrente e sim simultânea e complementar e tem possibilitado o avanço cultural da mesma ao longo destes três anos.

Em especial, o processo que foi trabalhado neste estudo de caso foi a produção de néctar de laranja. O Brasil destaca-se mundialmente na produção de laranja, em 2012 a produção foi estimada em 19 milhões de toneladas (IBGE, 2012).

Segundo determina a ANVISA (Agência Natural de Vigilância Sanitária) no Art. 21. da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994: *Néctar é a bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto.*

No caso específico, o processo estudado é fechado exceto pelos dois pontos de inserção dos insumos na linha, o Almix (em que são colocados todos os insumos exceto sucos e polpas) e o Virador (no qual é colocado o suco de laranja concentrado). O processo todo conta com filtros que impedem a passagem de sólidos indesejáveis. A saída do produto é feita através de envase asséptico em embalagens Tetrapak de 1 litro ou 200 mL.

1.2 Objetivo

Propor um plano de ação para a redução da variabilidade dos parâmetros físico-químicos no processo de produção de néctar de laranja sob o recorte analítico do Lean 6 Sigma.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um levantamento da literatura disponível sobre Lean 6 Sigma;
- Entrevistar especialistas para conhecimento da empresa e do problema em questão;
- Analisar os dados do processo para verificar informações da entrevista;
- Priorização das melhorias a serem realizadas;
- Estratificação através dos “5 por quês” para identificação das causas raiz do problema;
- Elaboração do plano de ação.

1.3 Método da Pesquisa

1.3.1 Caracterização da Pesquisa

1.3.1.1 Abordagem

Segundo Neves (1996), uma pesquisa qualitativa geralmente ganha direção durante o seu próprio desenvolvimento. Dentre estas pesquisas nem sempre há a busca pela medição de eventos, além disso, estas pesquisas têm grande foco de interesse, neste tipo de pesquisa em que os dados obtidos são descritivos e a obtenção é baseada em contato direto e interativo entre o pesquisador e a situação do objeto em estudo. Algumas características específicas da pesquisa qualitativa são:

- (1) O próprio ambiente do objeto em estudo é utilizado como fonte de dados ao pesquisador, sendo instrumento fundamental;
- (2) Tem caráter descritivo;
- (3) Valoriza o significado que as pessoas dão às coisas;
- (4) Tem enfoque indutivo.

1.3.1.2 Tipo de Pesquisa

A pesquisa do tipo exploratória é empregada no estudo de objetos pouco explorados, como é o exemplo deste trabalho. Nestes casos, por vezes quando o problema proposto não traz à tona aspectos que permitam a visualização dos procedimentos a serem adotados, o pesquisador fica obrigado a realizar uma sondagem com intuito de aprimorar as ideias, descobrir intuições e construir hipóteses. Este tipo de pesquisa é bem específico e assume a forma de um estudo de caso consoante com a literatura que aborda assuntos parecidos além de empregar entrevistas com as pessoas (YIN, 2001).

1.3.1.3 Estratégia de Pesquisa

A estratégia da pesquisa é um estudo de caso, que é escolhido para situações em que o objeto de pesquisa almeja responder questões do tipo “como” e “por que”. Geralmente neste tipo de pesquisa, o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos, sendo que os eventos devem ser recentes e estarem inseridos em situações reais.

A motivação da realização deste tipo de pesquisa está ao desejo de compreensão de fenômenos mais complexos, já que esta estratégia possibilita uma investigação que preserva as características holísticas e importantes dos eventos da vida real.

1.4 ETAPAS DA PESQUISA

1.4.1 Realizar Referencial Teórico

Uma revisão bibliográfica acerca do produto estudado e da metodologia Lean 6 Sigma foi a primeira etapa desta pesquisa.

O acervo pesquisado é composto por livros e artigos científicos que tratam do assunto. Além disso, para fundamentar o referencial foram utilizados alguns dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia). Dessa forma as informações foram resumidas e organizadas de forma coesa para apoiar as outras etapas da pesquisa.

1.4.2 Entrevista

Foi utilizado um roteiro de entrevistas composto por quatro módulos. O primeiro módulo (Informações da Empresa) é composto por questões abertas visando a caracterização da empresa objeto de estudo. O segundo módulo (**Questionário I**) tem como objetivo definir o processo alvo de estudo dessa pesquisa, o terceiro módulo (**Questionário II**) tem como objetivo levantar dados qualitativos para medição do processo alvo e o quarto módulo (**Questionário III**) tem como objetivo priorizar as principais causas encontradas para as fontes de variação do processo.

O perfil de respondente mais indicado para o preenchimento de cada questionário variou. Para a caracterização da empresa, a entrevista foi realizada com nível gerencial, para definição do problema, os questionários foram aplicados aos gerentes e belts da empresa, para a medição do processo, os questionários foram aplicados a especialistas de áreas relacionadas ao processo em questão, assim como para a análise do processo e priorização de causas.

Cada bateria de entrevistas durou cerca de duas horas, e estas foram realizadas em salas isoladas com o auxílio de algumas técnicas que serão descritas a frente.

Os **Questionários I, II e III** apresentados no **Anexo I**.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEAN

O sistema Lean, também conhecido como manufatura enxuta ou até mesmo denominado Sistema Toyota de Produção (STP) iniciou-se na década de 1950 no Japão na indústria automobilística Toyota Motor Company. Eiji Toyoda e Taiichi Ohno tiveram a visão de que um sistema de manufatura precisaria de características especiais para funcionar bem no Japão e então desenvolveram uma abordagem que quebra os paradigmas comuns para a produção de acordo com Womack et al. (1992)

Segundo Silva (2011) a metodologia Lean tem seus esforços focados na redução do tempo entre a efetivação do pedido do cliente e a entrega do produto para o mesmo através da eliminação de desperdícios. Esta metodologia tem uma abordagem crítica processual que discrimina quais processos de fato agregam valor segundo a perspectiva do cliente.

Esta eliminação de desperdícios percorre toda a cadeia produtiva de forma a remover interrupções, desvios, retornos, esperas ou refugos no processo, sendo puxado pela demanda. O Lean é filosoficamente distinto do paradigma de manufatura tradicional, vide **Quadro 1** elaborado por Silva (2011).

Taylor (1982) discorre sobre as perdas, destacando que as perdas materiais são muito visíveis, de fácil percepção e causadoras de profundo abalo, entretanto, as perdas através de ações desastradas, ineficientes e mal planejadas dos homens são bem mais nocivas ao negócio, embora sejam mais difíceis de enxergar. Na manufatura enxuta, de acordo com Ohno (1997), os 7 tipos de desperdício mais relevantes decorrentes dos processos produtivos definidos e explicados, são eles:

- **Perda por superprodução:** Perda advinda da produção excessiva de um bem, gerando custos de estoque desnecessários e consumo excessivo de insumos.
- **Perda por tempo de espera:** É definido como o período em que trabalhador ou máquina não estão sendo utilizados de forma produtiva.
- **Perda por transporte:** O transporte é uma atividade que não agrega valor ao produto, que no entanto demanda recursos, por conta disso é caracterizada como uma perda. Transporte nesse caso considera a transferência de insumos, produtos ou até mesmo entre departamentos da empresa.
- **Perda por processo:** Representa as perdas decorrentes da realização desnecessárias de atividades para que o produto fique de acordo com os requisitos padrão.

- **Perda por estoque:** A manutenção de estoques tem custos que podem ser repassados ao produto.
- **Perda por movimentação:** Este tipo de perda acontece quando sistemas produtivos estão dispostos de formas ineficientes demandando mais locomoção dos funcionários do que realmente é necessário para obter-se um mesmo resultado.
- **Perda por produtos defeituosos:** Quando um produto é descartado por ser defeituoso, ocorre perda de insumos e tempo de trabalho.

O **Quadro 1** permite comparar o *Lean* com a gestão comum.

| | Característica | Manufatura Tradicional | Lean Manufacturing |
|--|-------------------------------|--|--|
| Planejamento e controle das operações | Objetivo Gerencial | Busca da eficiência pela maximização do uso de recursos e aumento da produção | Busca da eficácia e eficiência com foco na criação de valor e redução de desperdícios |
| | Gestão de Estoques | Manutenção de estoques suficientes para proteger a produção | Redução de estoques para evidenciar os problemas da produção |
| | Acionamento da Produção | Produção empurrada (push) por ordens de produção e previsão de demanda | Produção puxada pela demanda e entrega <i>Just-in-Time</i> (JIT) |
| Configuração física do sistema produtivo | Arranjo Físico | Limitados a arranjos do tipo linear (por produto) ou funcional por processo | Agrupamentos de produtos por famílias para implantação de células de manufatura |
| | Tipo de Equipamentos | Equipamentos com baixa flexibilidade devido a tempos de setup longos | Equipamentos com alta flexibilidade que incorporam sistemas de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) |
| | Fluxo de Material | Lead time longo por falta de conexão entre as etapas do processo | Manufatura de Fluxo Contínuo (MFC) com <i>lead time</i> curto |
| | Tamanho do Lote | Lotes grandes dimensionados pelo modelo do lote econômico | Lotes pequenos e <i>One Piece Flow</i> |
| Processo de melhoria | Procedimentos de Trabalho | Variação e ineficiência devido à falta de atualização dos procedimentos e falta de aderência aos padrões | Aderência aos procedimentos melhorados e formalizados como trabalho padrão (TP) |
| | Controle da Qualidade | Inspeção no embarque, controle sob responsabilidade do departamento de controle de qualidade | Inspeção na fonte, cultura da qualidade total (TQM), aplicação do <i>PokaYoke</i> (PY) em sistemas a prova de erro |
| | Gestão da Manutenção | Predominantemente corretiva, responsabilidade dos técnicos de manutenção | Promoção da Manutenção Produtiva Total (MPT) |
| | Visão do Processo de Melhoria | Foco na eficiência de recursos limita a abrangência de resultados | Visão sistema das necessidades de melhoria pelo Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) |

Comentado [F2]: Indicar fonte do quadro

Quadro 1: Comparação entre Lean e a gestão comum. Fonte: Silva (2011)

De acordo com Silva (2011), existe um sistema de práticas principais citadas na literatura como componentes da estrutura de pensamento e atuação Lean para extinguir os sete tipos de desperdícios citados, são elas:

- **5S:** Seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke são os cinco sentidos do programa, que traduzidos ao português significam respectivamente, senso de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina. O 5s é um programa mobilizador e transformador de organizações. (TAMBORLIM, 2008)
- *PokaYoke:* É uma das ferramentas, também pode ser considerada uma diretriz de trabalho, que orienta a colocação de dispositivos simples capazes de identificar a ocorrência de erros em processos e interrompê-los ou até mesmo não permitir que haja falhas. (CORREIA)
- *Just in Time:* “*Just in Time*’ significa que em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça este fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero” (OHNO, 1997).
- **Manufatura de Fluxo Contínuo (MFC):** Este pensamento relaciona-se com a organização física do fluxo de valores, e fixa que a movimentação deve ser realizada de um processo que agrega valor a outro sem desperdícios de tempo de transferência ou formação de estoques intermediários. Segundo Liker (2004) a orientação destes processos têm que ser sincronizada ao JIT e baseada no *takt* time.
- **Procedimento de trabalho padrão:** é a padronização do procedimento de execução de algum processo com o intuito de fixar uma forma de trabalho que represente um tempo ciclo e quantidade de material padrão reduzindo o tempo perdido com dúvidas ou transporte e movimentação de itens faltantes para a realização da tarefa.
- **Troca rápida de ferramentas:** é uma sistemática de práticas voltadas para a redução do tempo de preparação da máquina para realização de um processo diferente do que que estava sendo realizado anteriormente (SHINGO 1985).
- **Manutenção produtiva total (MPT):** É a sistemática de práticas voltada a garantir a eficácia no planejamento e controle da manutenção garantindo baixo índice de perda de produtividade por quebra ou parada de máquina (JERZY 1997). Existem muitas outras ferramentas e práticas inerentes ao Lean.

O **Quadro 2** retirada de Ruri (2007), mostra as ferramentas que podem ser utilizadas, segundo o pensamento Lean, para a redução de cada tipo de perda em um processo.

Comentado [F3]: Colocar a referência no final

| Ferramentas \ Perdas | Perda por superprodução | Perda por tempo de espera | Perda por transporte | Perda por processo | Perda por Estoque | Perda por movimento | Perda por produtos defeituosos |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| Setup rápido | x | x | x | x | x | | |
| Automação | | x | | x | | x | x |
| Tecnologia da informação | | x | | x | | x | x |
| Sistema <i>kanban</i> | x | | | | x | | |
| Arranjo físico celular | x | x | x | | x | x | x |
| Operador polivalente | | x | | | x | | |
| Autocontrole | | x | | x | | x | x |
| <i>Poka-Yoke</i> | | | | x | | x | x |
| Nivelamento da produção | x | x | | | x | | |
| Procedimento de trabalho padrão | x | | | x | | | x |
| Produção em pequenos lotes | | | | x | | | x |
| Controle visual do processo | | | | x | | | x |
| Kaizen / Melhoria de atividades | | | | x | | | x |
| Manutenção autônoma | | x | | | | | x |
| Pré-processamento | | x | | x | x | | |
| Treinamento do cliente | | x | x | | x | x | x |

Quadro 2: Relação dos sete tipos de desperdícios com as ferramentas da qualidade.

Fonte: Adaptado de Aplicação de Ferramentas do Pensamento Enxuto na Redução de Perdas em Operações de Serviços, 2007.

No **Quadro 2** pode-se perceber a relação das ferramentas que pode-se usar para reduzir desperdícios listados pelo sistema *Lean*, entretanto, existem outras ferramentas que podem ser utilizadas e não estão listadas no **Quadro 2**.

2.2 6 SIGMA

O presidente da Motorola, Robert Garvin, na década de 80 reuniu sua equipe e criou um programa de qualidade chamado 6 Sigma. Segundo noticiou a Revista HSM Management (2003), Bill Smith, membro da equipe na época conseguiu destacar que o controle da variação na produção poderia colocar a empresa em um patamar de produzir 3,4 defeitos por milhões de oportunidades, este número representa o nível 6 Sigma de qualidade.

A literatura em geral a respeito de 6 Sigma destaca na maioria dos casos grupos de ferramentas de qualidade e principalmente estatísticas que permitem analisar e controlar dados e falhas, e enxergar as variações nos produtos e processos produtivos. Mas é prudente ressaltar que tão importante quanto estas ferramentas é o pensamento estatístico quando trata-se de melhoria da qualidade (DOES E TRIP, 2001).

Santos (2003) destaca que com a mudança paradigmática e a evolução que vêm assolando o conceito de qualidade. Assim as organizações encontraram-se obrigadas a enxergar o impacto da qualidade nos negócios e sua capacidade de elevar o potencial competitivo das empresas. Esta mudança de pensamento vai além da estrutura física, transpõe-se ao campo ideológico, de mudança de pensamento das pessoas engajadas no desenvolvimento da empresa em questão.

Faz-se necessário o desenvolvimento da criatividade como meio para a solução de problemas e redução da variação dos processos. Devido a essas características e as que serão citadas, o 6 Sigma em comparação com outros programas de qualidade citados na literatura demonstra-se um sistema de gestão muito eficiente e bem sucedido no que se refere à integração do corpo técnico do programa e os sistemas de melhoria contínua. Outro ponto importante é que o mesmo traz intrinsecamente uma meta de nível de qualidade, a obtenção de um nível operacional que proporcione um número máximo 3,4 defeitos por um milhão de oportunidades (3,4 ppm).

A implantação do 6 Sigma e a priorização dos projetos na empresa sempre tomam o cliente como foco principal das atividades. Faz-se necessário que os projetos estejam alinhados com o planejamento estratégico da empresa em questão e que a empresa tenha disponibilidade de recursos para investir nos projetos (ROTONDARO, 2002).

Segundo Pande (2001), entre os benefícios que o programa 6 Sigma promove, seis podem ser destacados, são eles:

- Proporciona sucesso de forma sustentável pois ultrapassa os limites físicos entrando no campo conceitual e transformando a cultura e a filosofia das pessoas inseridas no

programa;

- A criação de metas de desempenho (alicerce do programa);
- Foco no cliente;
- A criação da cultura de utilização de um método estruturado e eficiente para realização de melhorias e solução de problemas;
- Desenvolvimento pessoal e quebra de paradigmas;
- O embasamento para tomada de decisões estratégicas já que o mesmo traz profunda compreensão dos processos da empresa permitindo complexas mudanças.

A condução de um projeto 6 Sigma para aperfeiçoamento de um processo é estruturada por uma sequência conhecida como DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), as quais têm objetivos intrínsecos e serão descritas abaixo conforme trata Silva (2011):

- **Define:** É a fase em que se delimita o problema a ser resolvido colocando a situação atual do processo em evidência com os problemas destacados através de dados, demonstrando a efetividade que a realização do projeto trará em questão de agregar valor ao cliente
- **Measure:** É a etapa em que são coletados dados de Y (saída do projeto, $f(x)$) determinado na etapa define, nesta etapa também é realizada a elaboração de um mapa do processo identificando as entradas e saídas do mesmo.
- **Analyze:** Utilização da ferramenta FMEA para identificação das causas possíveis e aplicação de ferramentas estatísticas para melhorar a análise.
- **Improve:** Nesta fase, são propostas as melhores maneiras de se reduzir a variação no processo, é esta também a fase de implantação das melhorias propostas e confirmação de que o processo foi melhorado.
- **Control:** Nesta fase são estabelecidas maneiras de tornar o processo insuscetível ao retorno dos problemas tratados, verifica-se se o processo está atendendo à meta estipulada, calcula-se a nova capacidade do mesmo e faz-se a manutenção do processo de melhoria contínua do programa.

Silva (2011) também ressalta os casos em que os projetos são voltados à criação/lançamento de um produto ou processo. Nestes casos, o DMAIC não é a sequência de atividades mais adequada para bons resultados. Assim, nestes casos um processo de desenvolvimento e de verificação são muito importantes e portanto a sequência indicada passa a ser o DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*), com especial atenção às duas

últimas etapas que concretizam a diferença anteriormente citada entre o 6 Sigma e esta outra forma de projeto que é chamada de DFSS (*Design for LeanSix Sigma*). Neste modelo, a definição do problema tem a meta de definir os objetivos do projeto conforme as necessidades do cliente interno ou externo.

A fase de medição contempla a realização de um estudo de *benchmarking*. Na etapa de desenvolvimento é que finalmente é realizado o projeto detalhado do processo ou produto e por fim na fase de verificação, a equipe certifica-se de que o projeto realizado satisfaz o cliente.

Sokovic (2010) disponibiliza uma imagem que sistematiza ciclicamente o DMAIC e os objetivos de cada etapa, pois mostra as entregas padrão a serem realizadas em um projeto 6 sigma, assim como o conteúdo de cada fase, como exposto na **Figura 1**.

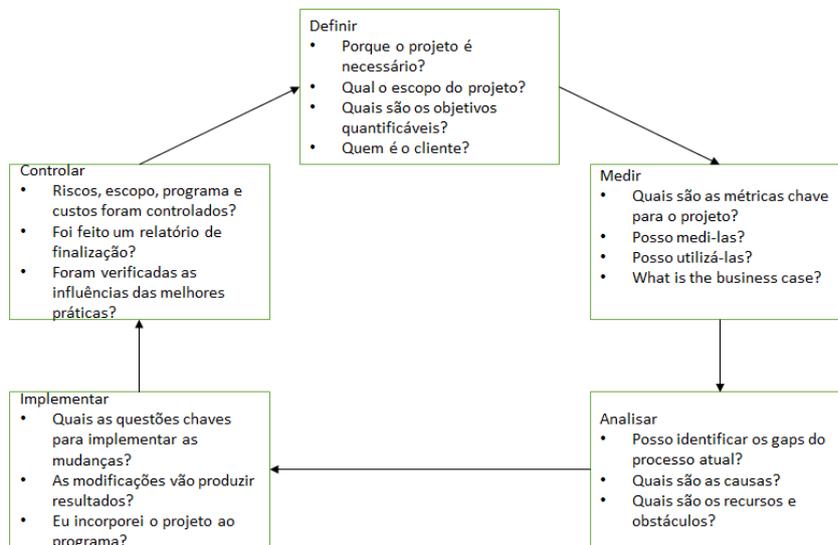


Figura 1: Etapas padrão do DMAIC.

O funcionamento da ferramenta DMAIC, depende em todas as suas etapas do uso de ferramentas estatísticas. Segundo Werkema (1995), a estatística, fornece embasamento para a coleta, o processamento e a disposição de dados (informação), estes dados então tornam-se referência para o estabelecimento de conclusões confiáveis sobre o fenômeno em estudo e a sua utilização permite determinar a confiabilidade do estudo

2.3 LEAN 6 SIGMA

De acordo com Kuniyoshi (2006), o Lean 6 Sigma é um programa focado nas atividades críticas para a qualidade ou que geram restrições de tempo ao processo, haja vista que nestas estão as melhores oportunidades de melhoria em tempo, custo, qualidade e *lead time*, portanto, mais oportunidade de agregar valor, que é o foco do programa.

Kuniyoshi (2006) destaca ainda algumas vantagens de fundir as duas filosofias:

- O controle estatístico do processo não pode ser feito através da filosofia lean;
- 6 Sigma por si só não agrega agilidade ao processo;

Kuniyoshi (2006) também sustenta que as metodologias podem se complementar porque o 6 Sigma:

- Tem o foco de ação de redução de variabilidade estabelecido pelo cliente de forma confiável;
- Baseado na combinação de ferramentas estatísticas e de qualidade já difundidas acarretam em uma estrutura de solução de problemas eficaz;

Já o Lean:

- Tem seu foco estabelecido no melhoramento de processos;
- Traz o conceito de atividades que agregam valor e que não agregam valor criando na empresa a cultura de procurar eliminar as que não agregam.

2.3.1 Por que Lean e 6 Sigma são Complementares?

Para Kuniyoshi (2006), a metodologia Lean é capaz de abordar de maneira eficaz a redução *lead time*, assim como a eliminação de atividades não geradoras de valor. Entretanto, existem algumas limitações, que são:

A filosofia Lean, apesar de entender os defeitos como desperdícios e removê-los, ela não atua no processo de forma completamente relacionada com as necessidades do cliente, ou seja, apesar de considerar alguns aspectos das necessidades do cliente ela não lida de maneira direta com isso, a decisão de quais atividades são geradoras de valor é interna.

Ainda, os trabalhos realizados para redução dos defeitos, não são baseados em ferramentas específicas para eliminação das fontes de variação do processo que são a raiz destes desperdícios.

A metodologia Lean age diretamente na solução do problema, neste contexto, a ferramenta DMAIC do 6 Sigma permite melhor definição do problema para uma ação mais

estruturada e eficaz na solução do mesmo. Já o 6 Sigma foca em questões mais críticas e toma decisões baseadas em dados numéricos.

- O 6 Sigma assim como o Lean possui suas limitações, e podem ser complementares para amenização desses limites.
- O 6 Sigma não possui uma base teórica (os 7 principais desperdícios do lean) sólida para identificação de desperdícios e não possui uma ferramenta tão robusta quanto é o MFV (mapeamento do fluxo de valor) para identificação de desperdícios, ferramenta esta advinda do Lean.
- Não existem ferramentas específicas de 6 sigma para aumentar a velocidade do processo.

Em suma, o Lean trabalha na eliminação das etapas não agregadoras de valor enquanto o 6 Sigma trabalha no melhoramento das etapas agregadoras de valor.

O néctar de laranja é um produto de importância para a empresa Alpha pois ocupa uma considerável parte da capacidade produtiva da fábrica e consequentemente do departamento comercial e do faturamento da empresa. Não foram disponibilizados dados sobre essa taxa de ocupação.

A alta variabilidade do Brix e da Acidez nesse caso dificulta a administração do negócio bebidas pois o custeio do produto fica comprometido quando se faz necessário a adaptação da fórmula ao processo. Quando ocorrem estas alterações para adequação dos parâmetros físico químicos, a proporção de cada ingrediente na fórmula pode variar e com isso o custo do produto varia influenciando o resultado final da empresa.

Ainda, o projeto está diretamente ligado ao planejamento estratégico, na visão da empresa, que almeja “crescer com rentabilidade”.

Segundo as abordagens de Lean e 6 Sigma descritas na literatura (sob a visão de outras ferramentas de qualidade e estatística), quando um processo não está sob controle estatístico pode estar sob a influência de uma ou mais causas especiais. O conhecimento dos 7 principais desperdícios do Lean norteia o estudo no sentido de diagnosticar essas causas especiais que provavelmente são ocasionadas por conta da ocorrência dos desperdícios citados.

O motivo de atacarmos os desperdícios e não investirmos no melhoramento de tempo ciclo de processo fica visível nos dados da **Figura 2** (INVERNIZZI, 2006).

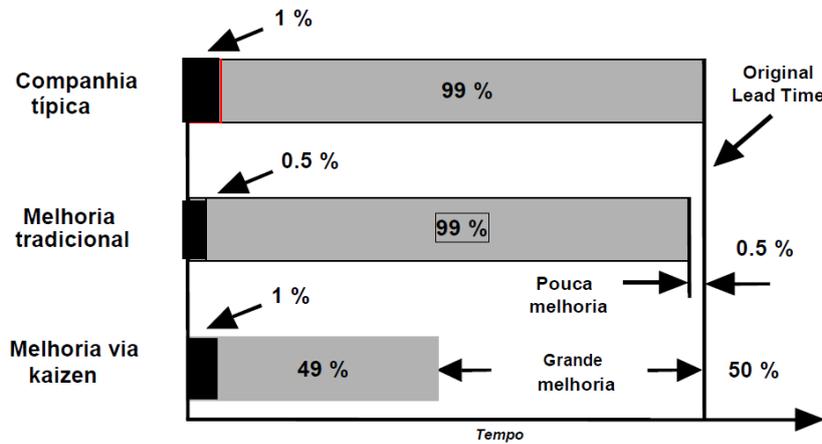


Figura 2: Estratégia de melhoria eficaz (INVERNIZZI, 2006).

Com a remoção das causas especiais enxerga-se a real variação do processo e com uma abordagem 6 Sigma (integração de várias ferramentas de qualidade), estratifica-se as variáveis que influenciam no resultado final do processo assim como a influência quantitativa de cada variável no processo. Esse fato permite controlar as entradas para obter a saída desejada, ou seja, controlar o processo e reduzir a variabilidade. O **Quadro 3** apresenta um resumo sobre o efeito da integração das duas metodologias.

| Lean Manufacturing | 6 Sigma |
|--|--|
| O Lean Manufacturing é uma sistematização cultural que tem como foco a redução dos desperdícios de forma a reduzir os lead times da empresa e consequentemente aumentar a liquidez do negócio. | O 6 Sigma é uma sistematização de uso das ferramentas da qualidade para controlar a variabilidade de processos que podem produzir ganhos estrategicamente representativos e mensuráveis. |
| Lean Manufacturing + 6 Sigma = Lean 6 Sigma | |
| A integração destes sistemas culturais de melhoria permite através do Lean revelar a realidade sobre processos estratégicos e através do 6 sigma controla-los. | |

Quadro 3: Resumo da integração Lean 6 Sigma.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 INFORMAÇÕES DA EMPRESA

A empresa *Alpha* é uma cooperativa agroindustrial situada no norte do Paraná que possui aproximadamente 3000 funcionários distribuídos entre a sede maringense e outras 50 unidades de recebimento de grãos espalhadas principalmente pelo sul do país.

A cooperativa surgiu há 50 anos a partir da união de agricultores de café que almejavam agregar valor ao seu produto através do processamento, e também, criar uma cooperativa que oferecesse facilidades e vantagens aos cooperados durante a jornada de plantação e colheita. A cooperativa cresceu muito durante esse tempo e conta atualmente com mais de 1000 cooperados, os negócios também se diversificaram.

Os principais negócios da empresa atualmente são: grãos, varejo (óleo, álcool, café, molhos e bebidas) e algodão (linha).

3.1 ENTREVISTAS COM GERENTES E BELTS

Da entrevista com os gerentes, belts e encarregados foi levantado que a Fábrica de Bebidas possui grande problema de variabilidade nos processos, sendo o néctar de laranja um dos produtos mais representativos para este negócio da empresa. Dessa forma foi escolhido para estudo o processo de fabricação de néctar de laranja. Foi feito um estudo a partir de dados acerca de uma possibilidade estratégica de ganho para a empresa.

3.2 DEFINIÇÃO DO PROCESSO ALVO

Os dados sobre a variabilidade do processo foram levantados no sistema de controle de qualidade da empresa e analisados através da construção de um histograma no software estatístico MiniTab. As **Figuras 3 e 4** apresentam histogramas dos parâmetros °Brix e Acidez do produto, respectivamente.

Foram avaliados 177 dados sobre °Brix de néctar de laranja desde novembro de 2012 até maio de 2013, dentre estes dados 14 ocorrências foram encontradas fora dos limites de especificação definidos para o processo, que compreende o intervalo de 10,5 °Brix até 11,5 °Brix, ou seja, 7,91% dos eventos excedem os limites de especificação conforme mostra o histograma da **Figura 3**.

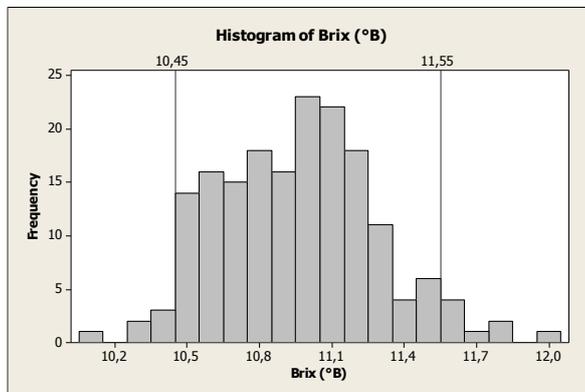


Figura 3: Histograma do 'Brix do produto.

A partir das metas pré-definidas pelo programa Lean 6 Sigma de qualidade, verifica-se na literatura que um processo com nível sigma 6 pode ter 3,4 falhas em um milhão de oportunidades, o que coloca o processo em questão, aproximadamente nível 3 sigma (66.800 ppm), demonstrando grande oportunidade de melhoria.

Já para a acidez do produto a situação apresenta uma oportunidade de melhoria ainda maior. Para esse parâmetro, há o dobro de ocorrência de falhas, 28 falhas em 177 oportunidades, aproximadamente 16%, o que coloca o processo em um nível sigma entre 2 e 3.

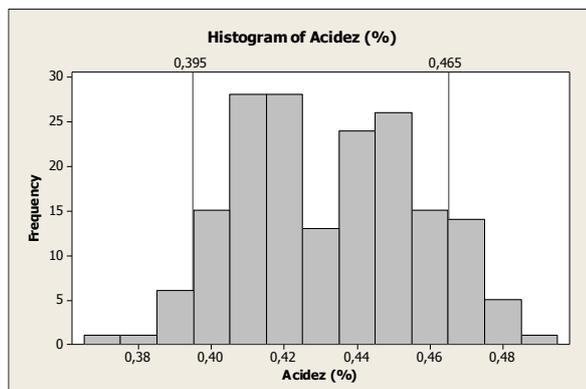


Figura 4: Histograma da acidez do produto.

Tais dados, juntamente com as informações obtidas na primeira entrevista, foram utilizados para selecionar o processo de fabricação de néctar de laranja como alvo deste trabalho.

3.3 SEGUNDA ETAPA DAS ENTREVISTAS

O *brainstorming* é uma ferramenta associada à criatividade, e portanto utilizado para planejamentos e em busca de soluções. Esse método foi inventado por Alex F. Osborn em 1939, sendo o objetivo do brainstorming criar o maior número possível de ideias acerca de um assunto. Nesse caso, causas de variação no néctar de laranja. Meireles (2001) destaca ainda que essa ferramenta pode ser utilizada para análise de relações de causa e efeito.

A tempestade de idéias foi utilizada em conjunto com a ferramenta Diagrama de Ishikawa, para levantar possíveis causas para a variação no processo. Essa ferramenta foi desenvolvida pelo engenheiro Kaoru Ishikawa, e ainda é conhecida como diagrama “espinha de peixe” devido à sua aparência. O diagrama, como afirma Lins (1993), permite partir dos níveis básicos de causa realizando desdobramentos até níveis de detalhe que permitam solucionar o problema em sua totalidade.

Para orientar a busca de ideias, existem alguns grupos básicos pré-definidos que podem ser adaptados dependendo da natureza do problema, são eles:

- Máquinas;
- Materiais;
- Mão de obra;
- Metodologias/métodos;
- Instalações/ambiente.

No caso desse trabalho, os grupos utilizados foram, máquinas, materiais, mão de obra e métodos.

O diagrama de Ishikawa gera dúvidas quanto à vantagem que o mesmo representa quando comparado às análises de causa e efeito não estruturadas, algumas vantagens são:

- A montagem do diagrama é educativa e exige o desdobramento das causas;
- Os diversos desdobramentos ajudam a gerar soluções eficientes e não superficiais;
- O diagrama é o princípio para utilização de outras ferramentas básicas e orienta o levantamento de dados.

Com a reunião de integração destas ferramentas seguiram as seguintes etapas:

- Apresentação da temática de reunião, da estrutura da reunião e do foco da pesquisa.
- Integrantes escreveram em consonância com a ferramenta, de forma individual, suas opiniões sobre variáveis que influenciam nas saídas do processo em questão.
- Os integrantes apresentaram suas ideias para discussão do grupo.
- Validação do diagrama de Ishikawa apresentado abaixo e que norteou o estudo.
- Priorização das causas que estrategicamente podem trazer mais resultado ao negócio caso controladas.

A **Figura 5** apresenta um Diagrama de Ishikawa das oportunidades de melhoria do presente processo.

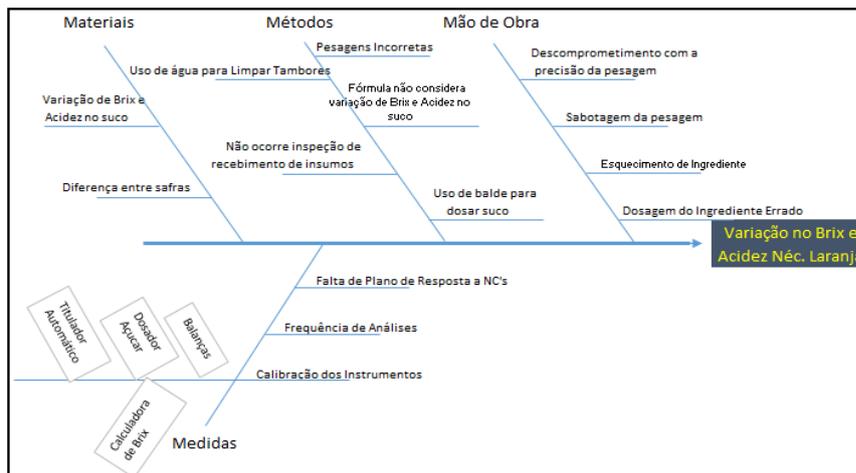


Figura 5: Diagrama de Ishikawa exibindo as oportunidades melhoria do processo.

As informações descritas no Diagrama de Ishikawa não expressam completamente o que cada ponto levantado significa, portanto, os mesmos serão descritos abaixo:

- Materiais
 - Variação de Brix e Acidez no Suco
 - Este insumo, possui grande influência na variabilidade da saída do processo, mesmo que a empresa tenha especificações de Brix e Acidez contratadas aos seus fornecedores, a variação aceitável é muito grande.

- De acordo com a safra e a variedade da fruta, pode haver variação de acidez da fruta.
- Métodos
 - Pesagens incorretas
 - Podem ocorrer falhas de pesagem por parte dos operadores.
 - Uso de água para limpar tambores
 - Os tambores são esgotados no virador, porém, apenas com a gravidade, parte do suco fica no fundo dos tambores e os operadores adicionam água pressurizada nos tambores para aproveitar essa parte do suco, o que causa hidratação do suco e causa variabilidade nos parâmetros físico-químicos.
 - Fórmula não considera variação de Brix e Acidez no suco
 - As fórmulas são padrões e são as mesmas independentemente do Brix e da Acidez do suco que recebemos do fornecedor, porém, o insumo apresenta variação.
 - Não ocorre inspeção de recebimento de insumos:
 - Uso de balde para dosar suco
 - Se for necessário dosar um tambor (200Kg) e 30Kg de suco, os operadores dosam os 30 Kg utilizando um balde e portanto o dimensionamento fica prejudicado.
- Mão de obra
 - Descomprometimento com a precisão da pesagem
 - Os operadores não conhecem a real necessidade de precisão da pesagem dos insumos para controle da variação do processo.
 - Sabotagem da pesagem
 - No advento da pesagem, faz-se necessário dosar a quantidade certa de insumo no recipiente para que a balança forneça uma etiqueta de controle de precisão, por vezes os operadores colocam outras coisas na balança para receberem a etiqueta e não terem que buscar mais insumos no estoque, aumentando a variabilidade no processo.
 - Esquecimento de ingredientes
 - Esquecimento de dosar algum ingrediente da fórmula.
 - Dosagem do ingrediente errado

- Dosagem de algum ingrediente obsoleto ou de outro produto erroneamente.
- Medidas
 - Falta de Calibração dos Instrumentos (em especial a balança da sala de pós).

A perspectiva de medidas foi resumida em falta de calibração da balança, que foi anexado ao tópico “Descomprometimento com a precisão da pesagem”.

Ainda na segunda etapa da entrevista, as fontes de variação levantadas foram priorizadas quanto ao potencial individual percebido de geração de variabilidade e a necessidade de estruturação de competência ou investimentos para solucionar. Para a seleção das iniciativas a serem tomadas, foram considerados alguns critérios, como descreve Carvalho (2002).

As iniciativas devem ser priorizadas em consonância com as necessidades da empresa. Assim, alguns pontos chave estão descritos abaixo:

- A estratégia da empresa precisa ser considerada.
- Cada projeto precisa ter sua importância descrita para que seja possível verificar a relação entre o esforço empreendido e o ganho estratégico que o mesmo pode promover.
- A priorização não é definitiva e projetos podem ser colocados em espera ou priorizados a qualquer momento conforme a conjuntura do mercado e carências internas da empresa.
- O processo de priorização, se simples, será mais eficiente.
- Devem ser consideradas as inter-relações positivas e negativas entre os projetos selecionados.

Então, para a priorização estratégica das iniciativas, deve-se avaliar os projetos quanto a sua importância e quanto à complexidade dos mesmos. Nestes casos, a importância está diretamente relacionada ao potencial de redução de variabilidade, já que esta já está ligada aos objetivos estratégicos da empresa.

Para facilitação da visualização, as pessoas presentes no *brainstorming* foram informadas sobre os pontos a serem considerados e convidadas a discutir a importância da solução de cada um dos problemas de entrada referidos no diagrama de causa e efeito realizado pela equipe e sobre a complexidade para solução dos mesmos. Ao fim da discussão, todos votaram dentro de uma escala de 1 a 10 para importância sendo 10 a importância máxima e 1 a mínima e 10 a complexidade mínima e 1 a complexidade máxima de cada projeto, esses índices foram

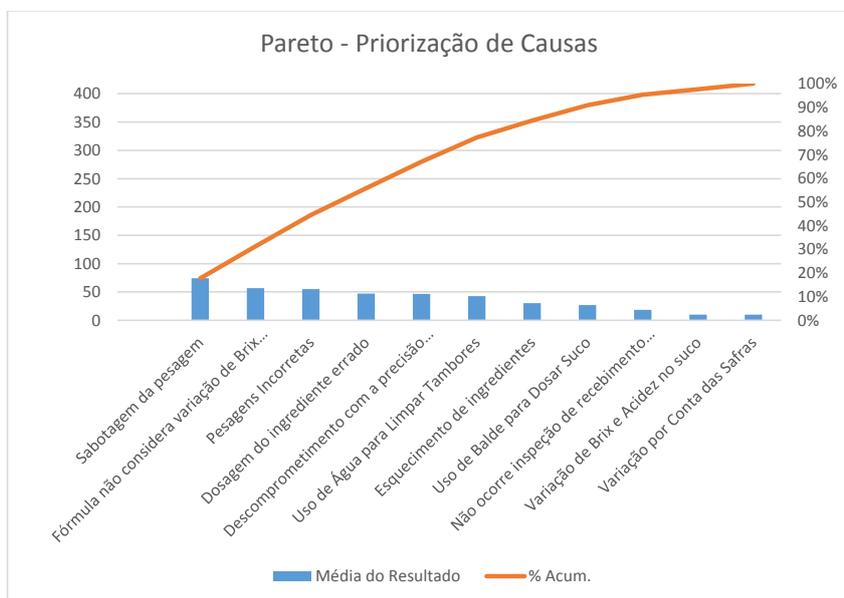
multiplicados e evidenciaram quais iniciativas deveriam ser priorizadas para atingir a redução da variabilidade do processo. O resultado é apresentado no **Quadro 4**.

| Descrição | P&D | | Qualidade | | PCP | | Compras | | Fábrica | | Média dos Resultados |
|---|-----|----|-----------|----|-----|----|---------|----|---------|----|----------------------|
| | C | I | C | I | C | I | C | I | C | I | |
| Sabotagem da pesagem | 8 | 10 | 9 | 10 | 7 | 10 | 7 | 10 | 6 | 10 | 74 |
| Fórmula não considera variação de Brix e Acidez do suco | 5 | 10 | 8 | 10 | 6 | 10 | 8 | 8 | 3 | 10 | 56,8 |
| Pesagens Incorretas | 8 | 8 | 7 | 10 | 10 | 6 | 5 | 10 | 4 | 8 | 55,2 |
| Dosagem do ingrediente errado | 6 | 10 | 5 | 10 | 5 | 9 | 4 | 8 | 6 | 8 | 47 |
| Descomprometimento com a precisão da pesagem | 7 | 10 | 6 | 8 | 6 | 6 | 8 | 8 | 4 | 4 | 46,8 |
| Uso de Água para Limpar Tambores | 10 | 4 | 10 | 5 | 9 | 6 | 10 | 5 | 10 | 2 | 42,8 |
| Esquecimento de ingredientes | 3 | 10 | 2 | 10 | 2 | 10 | 3 | 10 | 5 | 10 | 30 |
| Uso de Balde para Dosar Suco | 10 | 2 | 10 | 4 | 10 | 4 | 8 | 3 | 10 | 1 | 26,8 |
| Não ocorre inspeção de recebimento de insumo | 1 | 8 | 1 | 9 | 2 | 10 | 4 | 10 | 2 | 8 | 18,6 |
| Variação de Brix e Acidez no suco | 1 | 8 | 1 | 10 | 2 | 6 | 1 | 9 | 1 | 10 | 9,8 |
| Variação por Conta das Safras | 1 | 8 | 1 | 10 | 2 | 6 | 1 | 9 | 1 | 10 | 9,8 |

Quadro 4: Estratificação das oportunidades de melhoria por importância e complexidade.

C = Complexidade; I = Importância

Para seleção de prioridades, foi feito um gráfico de Pareto, que segundo Paladini (1998), permite vislumbrar quais elementos são críticos. Este tipo de gráfico demonstra comparativamente a importância quantitativa de alguns atributos, da esquerda para a direita, que podem ser frequências, unidades financeiras, ou como no caso desse artigo a relação de importância versus complexidade. A utilização ajuda a verificar quais causas controlar com os recursos disponíveis.



Através do gráfico, aproximadamente 80% das oportunidades de melhoria a serem priorizadas estão entre “sabotagem da pesagem” e “esquecimento de ingredientes”, que serão alvo deste trabalho.

O Lean carrega o pensamento de que todo problema que surge, tão deve ser definitivamente resolvido. Para isso faz-se necessário atuar na raiz dos problemas, para encontrar a raiz, pode-se utilizar do método de perguntar porquê até que não se consiga mais responder a essa pergunta, e no caso desse trabalho, a abordagem utilizada para proposição de soluções ao problema está embasada na classificação da falha entre os sete principais desperdícios e posterior sugestão de solução baseada no **Quadro 2**.

Pergunta 1: Por que ocorre sabotagem na pesagem?

Resposta Escolhida: Pois os funcionários não têm o comprometimento necessário com o processo.

Porquê 1: Por que os funcionários não têm comprometimento com o processo?

Pois os mesmos não foram suficientemente treinados acerca da necessidade de precisão neste processo.

Porquê 2: Por que os funcionários não foram treinados?

Pois não há um programa de treinamentos e integração de função a funcionários novos no nível operacional.

Porquê 3: Por que não há um programa de treinamentos e integração de função a funcionários novos no nível operacional?

Pois a criação de um programa de treinamentos e integração nunca foi priorizada pela empresa.

Porquê 4: Por que um programa de treinamentos e integração nunca foi priorizado pela empresa?

Pois é uma atividade que demanda recursos e nunca foi prioritária.

No Porquê 4 da Pergunta 2, o processo de questionamento fica bloqueado já que perguntar como levantar recursos levaria a discussões que não compõem o escopo de atuação do projeto, então, o quadro permitiu ao projeto demonstrar objetivamente que a criação de um programa de treinamento e integração dos novos funcionários é importante, finalizando os questionamentos no 2º Porquê e sugerindo a criação de uma iniciativa para implementação de treinamentos e integração específicos às funções do nível operacional. O tipo de desperdício causado nesse caso é “*perda por produtos defeituosos*”.

Pergunta 2: Por que a fórmula não considera variação de Brix e Acidez da polpa?

Resposta Escolhida: Pois o atual sistema de informações usado para disponibilização da fórmula à produção, assim como o atual processo de gestão dessa informação não permitem que isso seja feito.

Porquê 1: Por que o sistema de informações e o processo de gestão da informação não permitem, para esse processo, que isso seja feito?

Pois os mesmos não foram desenvolvidos para isso.

Porquê 2: Por que os mesmos não foram desenvolvidos para isso?

Pois quando foram desenvolvidos, não era de conhecimento dos desenvolvedores essa necessidade de controle estatístico do processo.

É possível verificar que o questionamento se trava na linha que responde o segundo porque, deixando visível que a interface do sistema de gestão da informação e do fluxo do processo precisam ter o mapa atual desenhado, avaliado em uma sessão crítica e redesenhado para atender à essas necessidades do processo. O tipo principal de perda nesse caso é “*por transporte*”, no caso, de informações entre os departamentos, tornando o fluxo ineficiente e

tornando impossível a geração da fórmula de acordo com a variação de Brix e Acidez. Essa impossibilidade gera uma perda “*por produtos defeituosos*”, se a causa não fosse identificada, tal perda seria levantada sem de fato impedir o problema na raiz (poder-se-ia corrigir os tanques, agregar inspeção, gerar projetos sobre formas alternativas de correção de tanques, entre outras medidas que seriam paliativas). Como este processo envolve a remodelagem de um processo, poderíamos utilizar a ferramenta Blitz Kaizen, que não será explicada aqui pois o objetivo do trabalho é gerar o plano de ação.

Pergunta 1: Por que ocorrem pesagens incorretas?

Resposta Escolhida: Pois a balança de precisão está quebrada desde julho do presente ano.

Dessa forma a solução fica explícita já na primeira pergunta, existem duas balanças na sala de pós uma com precisão de 50g e outra com precisão de 2g, sendo que muitos insumos necessitam da precisão da segunda, que está quebrada. Portanto, a solução é consertá-la, sendo o principal tipo de perda aqui “*por produtos defeituosos*”.

Pergunta 1: Por que ocorre dosagem de ingrediente incorreto?

Resposta Escolhida: Por conta de falhas operacionais.

Porquê 1: Por que essas falhas operacionais ocorrem?

Pois o procedimento existente não é a prova de erros.

Porquê 2: Por que o procedimento existente não é a prova de erros?

Pois permite que o operador selecione baseado no seu conhecimento o aroma a ser dosado.

Neste caso, o questionamento permitiu detectar que se o processo estivesse sob uma abordagem *PokaYoke*, ou seja, blindado contra erros, estes poderiam ser minimizados. Para tanto, a sugestão de melhoria seria o desenho do mapa atual, análise crítica do mesmo e a sugestão de um mapa futuro do processo para aumentar a blindagem do mesmo contra possíveis falhas. A falha aqui é “*por produto defeituoso*”. Esta ação deve ser incluída na Blitz Kaizen.

Pergunta 1: Por que ocorre descomprometimento com a precisão?

Pois os mesmos não foram treinados sobre a necessidade e precisão neste processo.

Ao fazer o primeiro questionamento nesse caso, retorna-se ao **Porquê 1** da primeira pergunta. Maximizando a importância de criar um sistema de treinamento e integração de novos funcionários à função que exercerão.

Pergunta 1: Por que os funcionários utilizam água para limpar tambores?

Resposta Escolhida: Por que ao virar os tambores no virador de tambor, remanescem resquícios de polpa no mesmo.

Por que 1: Por que remanescem resquícios de polpa no tambor?

Pois a polpa é viscosa.

Nesse instante, foi detectada uma dificuldade técnica, já que não foi possível encontrar uma solução para adequação da viscosidade da polpa que não comprometesse o Brix ou a acidez da polpa. Entretanto, a metodologia levou a equipe a se aprofundar na discussão e chegar à conclusão de que a implementação da ação gerada acima para criação da fórmula a partir do Brix e da Acidez reais da polpa, poderia permitir aos operadores adicionar água nos tambores, concentrar o insumo em um tanque, homogeneizar, analisar Brix e Acidez da mistura para, a partir disso, gerar a fórmula. A ferramenta demonstrou que há integração entre os problemas e que algumas soluções podem sanar mais de um problema. Neste caso, o desperdício principal é “*por produto defeituoso*”.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

“O tratado sobre oratória, escrito por Marcus Fabius Quintilianus entre os anos 30 e 100 D.C. observava que para se obter a compreensão do público sobre qualquer tema era necessário a utilização do hexágono de perguntas / respostas: O que, Quem, Quando, Onde, Por que e Como. Acrescentado-se o item How Much, Quanto Custa, passamos a falar de 5W2H, que é uma excelente ferramenta para resolução de problemas, esclarecimento da real situação do caso, além de proporcionar informações consistentes para auxílio à tomada de decisões”(PARIS WANDERSON)

Como produto final deste processo foi desenvolvido um quadro 5W2H para direcionar as ações comprovadas eficazes para redução da variação no processo. O uso desta metodologia compreende responder às perguntas contidas no seguinte **Quadro 5**.

| Perguntas | Problemas | Soluções |
|---------------|----------------------|-----------------------------|
| O quê? | É o problema? | Vai ser feito? Qual a Ação? |
| Por que? | Ocorre? | Foi definida esta solução? |
| Quando? | Desde quando ocorre? | Será feito? |
| Onde? | Se encontra? | Será implantada? |
| Quem? | Está envolvido? | Será o responsável? |
| Como? | Surgiu o problema? | Vai ser implementada? |
| Quanto custa? | Ter este problema? | Esta solução? |

Quadro 5: 5W2H.

A resposta às perguntas geraram o plano de ação apresentado no **Quadro 6**.

| O quê? | Por que? | Quando? | Onde? | Quem? | Como? | Quanto Custa? |
|------------------------------------|---|--|---|----------------------------|---|--|
| Plano de Treinamentos e Integração | Para aumentar o comprometimento dos funcionários e garantir que os mesmos conheçam a necessidade de precisão do processo. Além disso os funcionários têm que estar capacitados a conferirem a precisão adequada ao processo. | De imediato, sendo repetido sempre que funcionários novos forem contratados para a função. | Nas funções da sala de pós. | Setor de Recursos Humanos. | Através de treinamentos. | O custo é irrisório, deve ser calculado com base no salário dos funcionários de RH e nas horas demandadas para desenvolvimento e aplicação do curso, dados que apenas estarão disponíveis no advento da execução do plano de ação. |
| Blitz Kaizen | Remodelar o processo removendo atividades que não agregam valor, tornando o mesmo capaz de gerar a fórmula a partir do Brix e da Acidez real da polpa, permitindo que seja adicionada água para aproveitamento das sobras de polpa sem perder o controle do processo. | De imediato | Processo de produção de néctar de laranja | Fábrica de Sucos | Desenho de um SIPOC, um mapa de fluxo de valor atual, um mapa futuro proveniente de uma sessão crítica, levantamento de possíveis melhorias e implementação das mesmas. | A princípio, o cálculo deve ser realizado a partir do custo das horas de trabalho da equipe multidisciplinar envolvida e do tempo de trabalho demandado, porém no decorrer do projeto algumas implementações podem demandar recursos, que não podem ser mensurados agora, e portanto precisarão de apoio da alta administração para obter sucesso. |
| Consertar a Balança | Para conferir precisão ao processo. | De imediato | Sala de pós | Fábrica de Sucos | Contratar empresa especializada | Depende do orçamento que apenas será realizado no advento da decisão de implementação deste plano. |

Quadro 6: Plano de ação.

A pesquisa utilizou o molde do 6 Sigma, o DMAIC, para estruturar o projeto e de forma análoga ao que se sugere na literatura, aliar esta metodologia de condução de projetos de melhoria, às ferramentas de qualidade, que também descritas na literatura, podem ser utilizadas para cumprir cada etapa do roteiro principal.

A utilização das ferramentas foi também fundamentada no Lean Manufacturing, que traz a temática dos 7 desperdícios, afim de aumentar a percepção dos envolvidos no processo, dos possíveis desperdícios do mesmo. Estatisticamente, de forma descritiva, foi possível analisar também que as variáveis qualitativas levantadas estavam em um nível Sigma que possibilitava um estudo produtiva e alinhado à estratégia da empresa.

Nesta etapa, foi analisada a ligação das melhorias que seriam trazidas pela redução da variabilidade do processo escolhido com o planejamento estratégico da empresa. Tendo em vista que o Brix representa a quantidade de sólidos solúveis presentes em uma solução, no caso, açúcar ou suco concentrado da fruta presentes no néctar de laranja, e que portanto o aumento do Brix está diretamente relacionado ao custo de formulação pois quando reduz-se algum destes dois, o mesmo é substituído por água, reduzindo os custos. A acidez é análoga, é proveniente do ácido cítrico e do suco concentrado da fruta e portanto, conforme cresce, aumenta o custo de formulação já que substitui água, que é um insumo muito mais barato.

O controle do processo permite deslocar a média do processo para um ponto de especificação inferior e reduzir a variabilidade de modo a manter o processo sob controle estatístico em um ponto com menor custo de formulação.

O suporte estratégico da pesquisa está fundamentado na visão da empresa, que é: “crescer com rentabilidade”, e rentabilidade pode vir somente de duas maneiras, aumento de preço ou redução de custos, como a redução da variabilidade, conforme foi explicado no parágrafo acima, afeta diretamente os custos, a etapa de definição do problema a ser tratado foi fechada considerando dados estatísticos, estratégia em nível macro, levantamento de dados e informações de campo através dos questionários disponíveis no **Anexo I**.

Baseado nas informações geradas pela primeira etapa, iniciou-se um levantamento de dados voltado às variáveis de entrada, que causam a variabilidade do processo de produção do néctar de laranja, nesta etapa, as ferramentas utilizadas foram o Diagrama de Ishikawa e o Brainstorming.

Foram levantadas, portanto, possíveis oportunidades de melhoria que posteriormente foram analisadas em uma terceira etapa, através da priorização quantitativa dos resultados que poderiam trazer estas melhorias. Posteriormente os valores encontrados para cada melhoria

foram plotados em um gráfico de Pareto para análise da relação de impacto de cada melhoria com o esforço subjacente necessário para realizá-la.

Observou-se que de um total de 11 ações, as ferramentas utilizadas possibilitaram selecionar três, reduzindo expressivamente os esforços de forma a obter ganhos ainda significativos. Estas 3 ações se aproximam dos números de Pareto que dizem que 80% dos efeitos advêm de 20% das causas. Neste caso, 27% das causas em um universo de 11 causas refletem 80% dos efeitos.

É possível observar que a principal entrega da utilização destas ferramentas de forma integrada, como foi feito, está em identificar quais são os problemas específicos a serem resolvidos que terão impacto chave a nível macro para o processo. Isso porque as soluções priorizadas foram poucas e com nível de complexidade relativamente baixo quando comparadas à complexidade que seria enfrentada ao implementar todas as melhorias levantadas.

Ao fim do escopo deste trabalho, e como produto do mesmo, iniciando a etapa de *improve*, foi gerado um plano de ação fundamentado por todos os argumentos desse trabalho, apresentado no **Quadro 6**.

A chave da eficiência da utilização da metodologia Lean não está na resolução do problema, e sim em qual problema resolver. A metodologia, integrada ao 6 Sigma (por isso elas são complementares), também é capaz de criar condições para solução de problemas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das metodologias Lean e 6 Sigma pode oferecer resultados que não podem ser atingidos individualmente por cada uma, já que uma delas, o Lean, tem enfoque qualitativo e a outra, 6 Sigma, tem enfoque quantitativo. No caso deste trabalho, foram realizadas entrevistas e observações para levantamento de informações qualitativas e também foram analisados dados estatísticos que justificaram os dados qualitativos utilizados.

Juntamente à metodologia 6 Sigma e à cultura Lean, foram empregadas as ferramentas da qualidade, amplamente discutidas na literatura e com eficiência comprovada, para agregar confiabilidade aos resultados de cada etapa: definição do problema, levantamento de dados, análise de dados, implementação e controle.

O escopo deste trabalho, por conta de limitações da pesquisa é gerar um plano de ação capaz de promover, através da execução de poucas atividades, significativa melhoria na variabilidade do processo e consequentemente significativa melhoria no resultado do mesmo.

O molde do 6 Sigma é composto pelas etapas *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control*, conforme foi levantado no referencial teórico, porém, a realização das etapas *improve* e *control* envolveria a implementação do plano de ação por parte da empresa, o que não foi viável porque a empresa conta com um portfólio de projetos pré definido (sempre no ano anterior), e este projeto não faz parte deste portfólio.

A pesquisa atual encontrou seus principais limites na grande dificuldade em encontrar materiais específicos sobre a redução de variabilidade nos parâmetros físico-químicos de bebidas. Ainda, não foi obtida autorização da empresa para colocar as ações geradas pelo trabalho em prática, portanto, para dar andamento à etapa *Improve* do DMAIC, e posteriormente a etapa *Control* para verificação dos resultados gerados pelo plano criado.

No futuro, este trabalho deixa como oportunidade de pesquisa, o aprofundamento técnico na redução da variabilidade em processos de bebidas, que não é uma temática comumente abordada na literatura. Sugere-se também, a implementação deste plano, assim como a criação de indicadores para acompanhamento dos resultados que o mesmo pode trazer à empresa.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Editora E. de D. Gerencial. Belo Horizonte, 2002.

CARVALHO, F. **Priorização da Carteira de Projetos Um Método com Uso do Planejamento Estratégico**, Sinergia, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 133-140, 2002.

DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm> Acesso em: 25 de maio de 2013.

DOES, R. J. M. M. e TRIP, A. **The impact of statistics in industry and the role of statisticians**. *Australian Journal of Statistics*, v.30, n.1, p.7-20, 2001.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2233>>. Acesso em: 25 de maio de 2013.

INVERNIZZI, G. **O Sistema Lean de Manufatura Aplicado em uma Indústria de Autopeças Produtora de Filtros Automotivos**. UNICAMP, 2006.

KUNIYOSHI, D. S. **Implementação da Metodologia Lean Seis Sigma em Uma Empresa do Setor Têxtil**, USP, 2006.

LIKER, J. K. *The Toyota way: 14 Management Principles from the world's greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004.

MANN, D. W. **Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions**. New York: Productivity Press, 224 p, 2005.

MEIRELES, M. **Ferramentas Administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, Série: Excelência Empresarial, V. 2, 2001.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa – Características, Uso e Possibilidade**, USP, 1996.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 1997.

PANDE, S. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PARIS, W. **Sistema da Qualidade - Material de Apoio dos Seminários**, Ferramentas de Qualidade, Curitiba, 2002.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.
Santos, Adriana Barbosa – 2003

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Productivity Press, Cambridge, MA, 1985.

SANTOS, A. B. **A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção n.1, 2003

SILVA, I. B. et. Al. **Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e Qualidade numa empresa fabricante auto peças**. Revista Gestão & Produção. v.18, n. 4, p. 687-704, 2011

SOKOVIC, M. **Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle , RADAR Matrix , DMAIC and DFSS**,43(1), 476–483, 2010.

TAMBORLIM, Norberto; STEIN, Lucilene Campos. **Sugestão de implantação da filosofia 5S na auto mecânica Dietmar**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.2, p.01-24, Sem I. 2008 ISSN 1980-7031

TAYLOR, F. W. São Paulo: Atlas, 1982.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**, pp. 1–2. Belo Horizonte: Werkema Editora, 1995.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total – Um Modelo Adaptado**, UFSC, 1997
<<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/>>. Acesso em 7 de junho de 2013.

YIN, ROBERTO K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

Felipe André Carbonieri | i
(2013)

ANEXO I

ROTEIRO DE ENTREVISTAS

Questionário

Informações da empresa

Nome da empresa:

Número de Funcionários:

Negócios da Empresa:

Qual processo acredita ser o mais carente de melhoria?

Histórico do programa Lean 6 Sigma

Tempo de Empresa:

DEFINE – Questionário para definição do problema.

Questionário I – Aplicado ao Gerente Industrial e aos Belts da empresa

Informações sobre o processo de produção de néctar de laranja:

Qual dos negócios da cooperativa tem maior possibilidade aparente de melhoria no processo de forma a impactar diretamente o resultado da empresa?

Dentro deste negócio, qual processo aparentemente pode melhorar diretamente o resultado da empresa?

O Questionário I foi analisado estatisticamente através de dados disponíveis no sistema de controle de qualidade demonstrando que os respondentes estavam corretos em citar que o controle da variação dos parâmetros físico-químicos do processo de produção de néctar de laranja representava uma oportunidade de melhoria. Ainda, o Questionário I foi utilizado para selecionar as pessoas envolvidas no processo para responder os Questionários seguintes, além do questionário de perfil do respondente.

Para elaboração das respostas ao Questionário II os respondentes foram informados de que o processo que seria estudado era o processo de produção de néctar de laranja.

MEASURE – Questionário para medição do problema (A análise estatística do problema realizada a partir do questionário 1 também faz parte da etapa *measure*).

Questionário II - Respondido em Reunião pelas áreas envolvidas no processo (Quadro 7)

| Áreas de Conhecimento | Cargo dos Presentes |
|-----------------------|--|
| P&D | Coordenador de P&D Assistente de P&D |
| Qualidade | Coordenador de sistemas de gestão e boas práticas de fabricação Analista de controle de qualidade |
| PCP | Analista de Planejamento e Controle da Produção |
| Suprimentos | Comprador |
| Fábrica | Supervisor de Fábrica |

Quadro 7: Respondentes da pesquisa.

Quais as responsabilidades da sua área em relação ao processo em questão?

Responda em relação a Materiais, Métodos, Mão-de-obra e Medidas quais as dificuldades enfrentadas nesse processo atualmente que podem causar variação nos parâmetros físico-químicos do néctar de laranja?

Como essas dificuldades podem ser sanadas?

Para o Questionário III, todos os dados levantados nos questionários anteriores foram condensados em uma lista de iniciativas citadas pelos respondentes, que foram disponibilizadas para auxiliar na resposta ao questionário abaixo.

ANALYSE – Questionário para análise do problema.

Questionário III – Respondido em reunião pelos envolvidos (Quadro 8)

Classifique cada iniciativa de 1 a 10 sendo “C” a complexidade de implantação da melhoria e “I” a importância de efetuar aquela melhoria.

Para a dificuldade de implantação, 10 seria o mais difícil possível e 1, o mais fácil possível.

Para a importância da implantação, 10 seria máxima importância e 1 mínima importância.

| Descrição | Área Respondente | |
|---|------------------|---|
| | C | I |
| Sabotagem da pesagem | | |
| Fórmula não considera variação de Brix e Acidez do suco | | |
| Pesagens Incorretas | | |
| Dosagem do ingrediente errado | | |
| Descomprometimento com a precisão da pesagem | | |
| Uso de Água para Limpar Tambores | | |
| Esquecimento de ingredientes | | |
| Uso de Balde para Dosar Suco | | |
| Não ocorre inspeção de recebimento de insumo | | |
| Variação de Brix e Acidez no suco | | |
| Variação por Conta das Safras | | |

Quadro 8: Priorização de oportunidades de melhorias.

A multiplicação da Importância x Complexidade forneceu um resultado, com esse resultado foi construído um gráfico de Pareto para entender quais pontos citados estavam mais fortemente relacionados à variabilidade do processo, então, os pontos priorizados foram mostrados em reunião à equipe que estratificou a causa raiz das oportunidades de melhoria através da ferramenta dos 5 Por Quês que também foi utilizada em reunião com os envolvidos no processo.