INTERFACE TECNOLÓGICA

APLICAÇÃO DA FASE MEDIR DA METODOLOGIA SEIS SIGMA NO LABORATÓRIO DE CONTROLE DE PROCESSOS MPS-PA

APPLICATION OF PHASE MEASURE OF SIX-SIGMA METHODOLOGY IN THE PROCESS CONTROL LABORATORY MPS-PA

Rafaela Cristina Massa - rcm.massa@gmail.com
Angelita Moutin Segoria Gasparotto – angelita.gasparotto@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil.

RESUMO

A gestão da qualidade é parte inerente dos processos de negócio, principalmente quando há redução de falhas e aumento de lucro. O objetivo desse trabalho é estudar a metodologia Seis Sigma e implementar a fase Medir. A metodologia de estudo desenvolvida foi por meio de uma revisão bibliográfica sobre qualidade aplicando a metodologia Seis Sigma e uma análise comparativa no laboratório de controle de processos MPS-PA da própria faculdade. O estudo feito resultou em níveis de sigma diferente em cada etapa analisada, que não impede o processo, mas aumenta o número de falhas dentro do todo. Conclui-se que o estudo conseguiu simular um processo produtivo dentro de um ambiente didático e propôs como forma de melhoria a Teoria das Restrições.

Palavras-chave: Qualidade. Metodologia Seis Sigma. Redução de Falhas.

ABSTRACT

Quality management is inherent part of business processes, especially when there is a reduction of failures and profit increase. The objective of this work is to study the Six Sigma methodology and implement the Measure phase. The study methodology was developed through a bibliographical revision about quality by applying the Six Sigma methodology and a comparative analysis in the MPS-PA process control lab of faculty. The study done resulted in different sigma levels in each analyzed step, not preventing the process, but increasing the number of failures within the whole. It is concluded that the study succeeded in simulating a productive process within a didactic environment and proposed Theory of Constraints as a way of improvement.

Keywords: Quality. Six Sigma. Methodology. Reduction of Failures.

1 INTRODUÇÃO

"Desde a década de 1980, a força dominante na relação entre fornecedores e clientes vem deslocando a favor dos clientes que, cada vez mais, informam o que querem, como querem, quando e como querem e até quanto estão dispostos a pagar por bens e serviços." (TRAD; MAXIMIANO, 2009, p. 649).

Nesse período começou a formar o pensamento da metodologia Seis Sigma, na qual engloba de forma estatística todos os setores produtivos e gerenciais, e coloca a especificação do cliente como meta para ser alcançada.

O objetivo desse trabalho é estudar a metodologia Seis Sigma e implementar a fase Medir. Com base em referenciais teóricos sobre o assunto e como instrumento para a análise comparativa, o laboratório de Controle de Processos MPS-PA da própria faculdade.

O trabalho foi divido em tópicos de uma forma gradativa para abranger da melhor maneira os principais temas dentro do assunto e exemplificar com dados o que pode ocorrer em um ambiente empresarial de manufatura ou prestação de serviços.

Os resultados obtidos demonstram que um mesmo processo produtivo pode ter níveis de *sigma* diferentes, mas pode ser melhorado a partir de um Projeto Seis Sigma junto à aplicação da Teoria da Restrição.

2 SEIS SIGMA

Existem muitas metodologias e ferramentas que auxiliam o profissional para gerir a qualidade com menor grau de não conformidades, uma das mais eficientes é a metodologia Seis Sigma, que abrange o processo para bens/serviços utilizando ferramentas da qualidade, específica para cada caso.

De acordo com Pande, Neuman e Cavanagh (2001, p. 13),

> Seis Sigma é um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Seis Sigma é singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e a atenção diligente á gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

A metodologia teve origem na década de 80 na Motorola pelo engenheiro Bill Smith, que aplicou o programa Seis Sigma para reerguer a empresa da crise que passava na época.

Seu objetivo foi aprimorar os sistemas de qualidade e transformá-los em um único, diminuir o grau de perdas e defeitos em seus produtos.

Com o sucesso alcançado pela Motorola, outras empresas como IBM, General Electric e 3M passaram a implementar o programa Seis Sigma na estratégia dos sistemas de gestão da qualidade, também obter melhorias nos produtos e ganhos mais lucrativos. Dessa maneira, o conceito Seis Sigma se consolidou no mercado de negócios.

Segundo Rotondaro et al. (2011, p. 19), "é um programa de melhoria de todo o negócio, que resultará em fortes impactos nos resultados financeiros da companhia, aumentará a satisfação de seus clientes e ampliará a participação do mercado".

Seis Sigma é usada como uma estratégia gerencial dentro dos processos, produtos e serviços para acelerar os aprimoramentos dentro do processo de melhoria. É mensurado por uma unidade estatística *sigma (σ)* que mede a capacidade de um processo trabalhar livre de falhas. A medida Seis Sigma é uma redução para 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição (MORANDO; PRATES, 2007; ROTONDARO et al., 2011).

Essa metodologia depende da integração de todos os colaboradores, pois reorganiza todo o gerenciamento produtivo. É usado um processo de seleção para definir os integrantes das equipes Seis Sigma, cada um com sua funcionalidade, objetivos e disponibilidade para trabalhar com os projetos escolhidos. Formam uma equipe Seis Sigma os seguintes integrantes: Executivo Líder, Campeão, *Master Black Belt, Black Belts* e *Green Belts*.

Para auxiliar e colocar em prática a metodologia Seis Sigma, umas das ferramentas mais usadas é o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar). Sendo uma evolução do Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir) que é usado para a melhoria de processos desde a década de 50, tomando notoriedade com W. Edwards Deming (ROTONDARO et al., 2011).

A metodologia é rigorosa e baseia-se em evidências estatísticas para avaliar qualquer parte dentro dos projetos definidos e tomar as decisões necessárias. Em cada fase do DMAIC, para Souza et al. (2007), são utilizadas ferramentas estatísticas diferentes para levantar dados e mensurar as falhas e defeitos dentro de cada projeto Seis Sigma escolhido e trabalhar com as melhores estratégias dentro de cada processo.

- Fase Definir: identifica qual processo do negócio será melhorado para atender a uma Característica Crítica para o Cliente (CTQ) aumentando a sua satisfação. Definido o processo, é identificado como um "Projeto Seis Sigma".

- Fase Medir: levanta todas as entradas do processo e como se relacionam com os CTQs (características críticas para a qualidade) do cliente. O processo deve ser mapeado. Mede-se a habilidade do processo em produzir itens não defeituosos, ou seja, mede-se a capabilidade do processo, expressa por seu valor σ (*sigma*).
- Fase Analisar: Procura-se pelas fontes de variação que aumentam a variabilidade do processo e que são responsáveis pela geração de defeitos.
- Fase Melhorar: Toma-se ação sobre o processo para melhorá-lo com base nas fontes de variação identificadas na fase de Análise (fase anterior). Ao final desta fase deve-se calcular a nova capabilidade sigma do processo (σ) para comprovar que houve uma melhoria significativa.
- Fase Controlar: Última etapa deve-se empregar métodos para monitorar as fontes de variação identificadas para manter a capabilidade melhorada adquirida. Deve-se passar a responsabilidade pelo monitoramento do processo para os donos do processo e uma confirmação dos benefícios alcançados deve ser feita.

2.1 Métricas

As métricas dentro da metodologia são utilizadas para auxiliar na avaliação de desempenho e obter os resultados da variabilidade do produto ou do processo, capaz de indicar a geração de defeitos ou erros.

São usadas terminologias para descrever as situações de falhas ou possíveis falhas que poderão ser encontradas no processo, sendo elas: defeito, defeituoso e oportunidade para defeitos.

- Defeito: falha na especificação, insatisfatório para o cliente;
- Defeituoso: unidade de produto com um ou mais defeitos; e,
- Oportunidade para defeitos: cada especificação que satisfaz o cliente é potencial para a ocorrência de falha.

Existem várias métricas que podem ser aplicadas no processo, cada uma específica para avaliar quantos defeitos existe ou o rendimento de unidade defeituosa. Dentre as métricas, serão abordadas nesse contexto as relacionadas com os defeitos, como Defeitos por Unidade (DPU), Defeitos por Oportunidade (DPO) e Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO).

No quadro 1, podemos identificar as formulações das métricas apresentadas.

Quadro 1 – Formulações das Métricas

DPU	$\frac{\text{Número de Defeitos}}{\text{Número Total de Unidades do Produto Avaliadas}}$
DPO	$\frac{\text{Número de Defeitos}}{\text{Nº Total de Unidades do Produto Avaliadas x Nº Oportunidades para Defeitos}}$
DPMO	DPO x 1.000.000

Fonte: Elaborado pelas autoras baseado em Pande, Neuman e Cavanagh (2001).

2.2 Como é Aplicado no Mercado

"A literatura permite inferir que o Seis Sigma é um programa que trouxe contribuições em vários aspectos para incrementar as discussões sobre gestão da qualidade e gestão estratégica." (SANTOS; MARTINS, 2010, p. 42).

A metodologia Seis Sigma tem um alto grau de complexidade e pode levar um tempo considerável desde o início do Projeto Seis Sigma até o nível em que a empresa queira chegar. Todo o tempo que leva para a implantação de um projeto desse porte pode ser avaliadas e constatadas melhorias gradativas.

Um fator que diferencia a metodologia Seis Sigma das demais ferramentas da qualidade é que dentro do Projeto pode-se trabalhar com produtividade, lucratividade e melhoria contínua nos diversos setores de manufatura e/ou serviços.

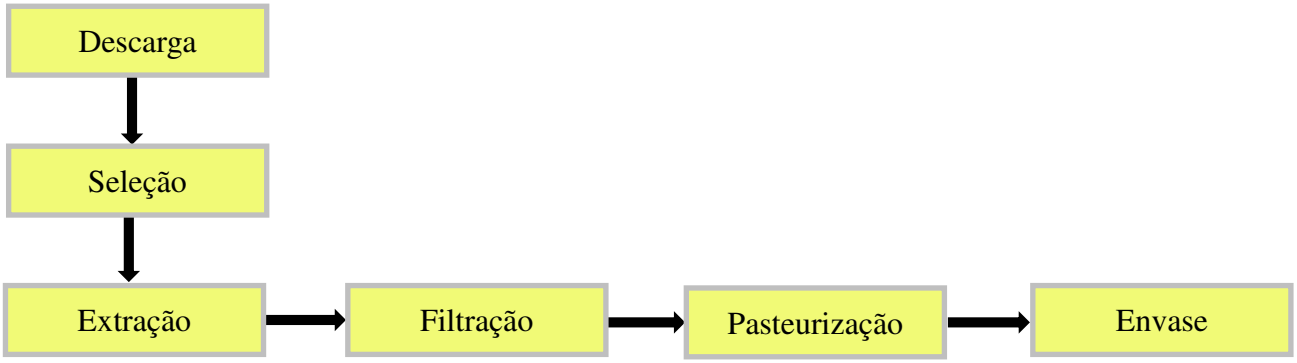
A partir do momento em que a empresa considera implantar essa metodologia, tem que estar ciente e colocar todos os colaboradores dentro desse planejamento, pois é uma reorganização estrutural, cultural, financeira e tecnológica. A implantação do Seis Sigma não pode ser considerada como um objetivo, mas sim como um meio para que as metas da organização sejam alcançadas. O Seis Sigma sempre leva em consideração as especificações do cliente (SOUZA et al., 2007).

3 APLICAÇÃO NO LABORATÓRIO MPS-PA

O estudo de caso foi reproduzido no laboratório de controle de processos MPS-PA, abordando um processo produtivo contínuo, a fabricação de suco de laranja. O processo foi

estruturado em seis etapas, mas para fim de estudo e medições levou em consideração as três últimas etapas, como mostra o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Fluxograma Processo de Fabricação de Suco de Laranja



Fonte: Elaborado pelas autoras (2017).

Dentro do fluxograma cada etapa tem sua finalidade para a linha produtiva e são procedimentos devidamente seguidos, para melhor entender o processo em estudo, será feita uma breve descrição de cada etapa:

- **Descarga:** processo de retirada da matéria prima que chega nos caminhões e será analisada através de amostras em laboratório;
- **Seleção:** processo efetuado em uma esteira com a lavagem das frutas e a separação manual das não próprias para a próxima etapa;
- **Extração:** processo feito com os frutos selecionados, em um equipamento automatizado, a partir da compressão das laranjas separando o suco da casca, a casca do bagaço e o óleo da casca;
- **Filtração:** processo no qual o suco é passado pelos filtros para remoção do excesso da polpa e das sementes;
- **Pasteurização:** processo de resfriamento do suco para eliminar microrganismos existentes que possam contaminar o produto;
- **Envase:** processo final feito em embalagens devidamente apropriadas para conservar a integridade do suco pronto para consumo.

3.1 Implantação do Processo

O estudo de caso não tem proporção macro industrial, não abrange todas as possíveis variáveis dentro de um ambiente industrial, pois foi realizado em um laboratório para fins didáticos, na qual foram mensuradas as variáveis dos três últimos processos do fluxograma já apresentado. Como mostra a Fotografia 1, é possível identificar as etapas avaliadas e como foram simuladas.

Fotografia 1 – Apresentação Visual dos Processos Mensurados



Fonte: as autoras.

Cada etapa avaliada foi montada no laboratório, de acordo com o processo proposto, por um auxiliar docente que permaneceu presente durante todo o período da simulação da análise comparativa.

Em primeiro momento, foi definido para cada processo um valor de *"Setpoint"*, que do inglês pode ser traduzido como "Ponto de Ajuste" ou "Ponto Ideal", que indica o melhor momento para dar início ao processo, ou seja, dar o *start* na produção.

O valor de *"Setpoint"* foi encontrado por meio de tentativas no primeiro processo denominado Filtração. O reservatório tem capacidade máxima de 10L (litros), dessa maneira, foi colocada água em vários níveis entre a escala de 0 a 10L, até o momento em que o primeiro processo dava início e conseguia alimentar o segundo. O nível em que a água estava foi considerado o *"Setpoint"*. Assim, sucessivamente, quando o segundo processo conseguir

alimentar o terceiro, é considerado o ponto ideal; finalizando com o terceiro processo dando *start* para o envase.

Como visto na Fotografia 1, os três processos foram acompanhados por um programa de computador, o *software FluidLab*® PA. No qual apresenta os resultados do estudo em gráficos, com o *"Setpoint"*, o range (limite máximo e mínimo em relação ao ponto ideal) e a duração de cada etapa. Dessa maneira, pode-se acompanhar o fato físico com o fato numérico.

3.2 Análise dos Resultados

Para melhor entender e acompanhar os resultados obtidos, todos os valores obtidos foram resumidos em gráficos de colunas com referencial no *"Setpoint"* e a escala do Range; valores superiores, entre os ranges e inferiores ao referencial.

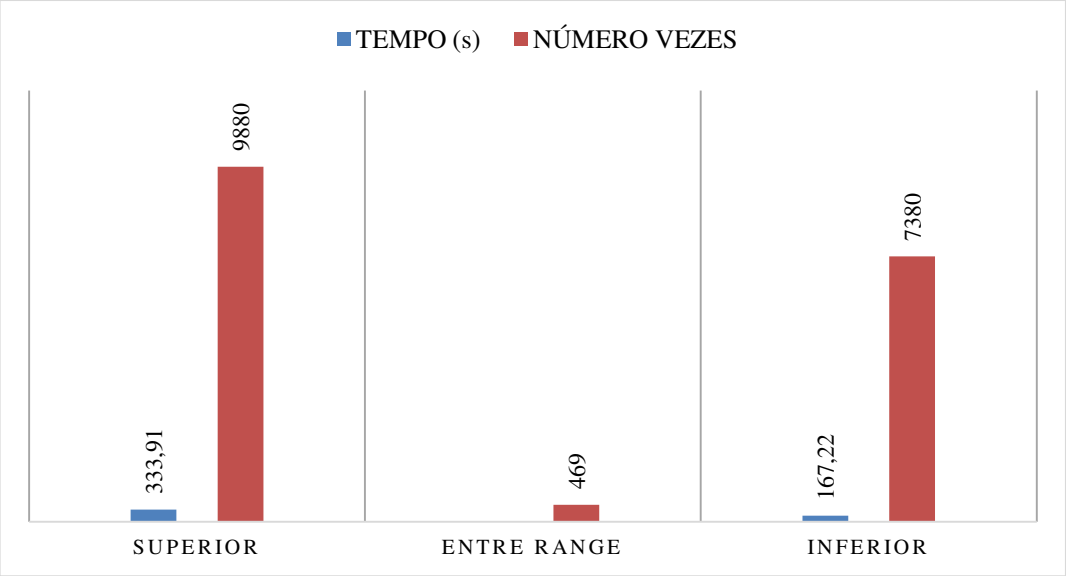
Nesse contexto, para execução dos cálculos das métricas da metodologia, considerou como cliente os próprios processos, por exemplo, o cliente da etapa Filtração é a etapa Pasteurização, o cliente da etapa Pasteurização é a etapa Envase, e por fim, o cliente da etapa Envase é o consumidor final.

Para efeito dos cálculos mencionados no tópico 2.1, é necessário identificar os defeitos, números de unidades avaliadas e os números de oportunidade para defeitos.

Desse modo, considera os valores superiores e inferiores ao range como defeitos, pois o produto transborda do reservatório e há perda considerável ou não consegue alimentar o próximo processo; o número de unidades avaliadas é a soma dos valores da coluna "Número Vezes" e os números de oportunidade para defeitos são os contidos entre a escala do Range. Esse raciocínio é aplicado aos dois primeiros processos: Filtração e Pasteurização.

O Gráfico 1 mostra os índices encontrados no primeiro processo, separados como descrito no início deste tópico.

Gráfico 1 – Índices do Processo de Filtração



Fonte: as autoras.

Cálculos Gráfico 1:

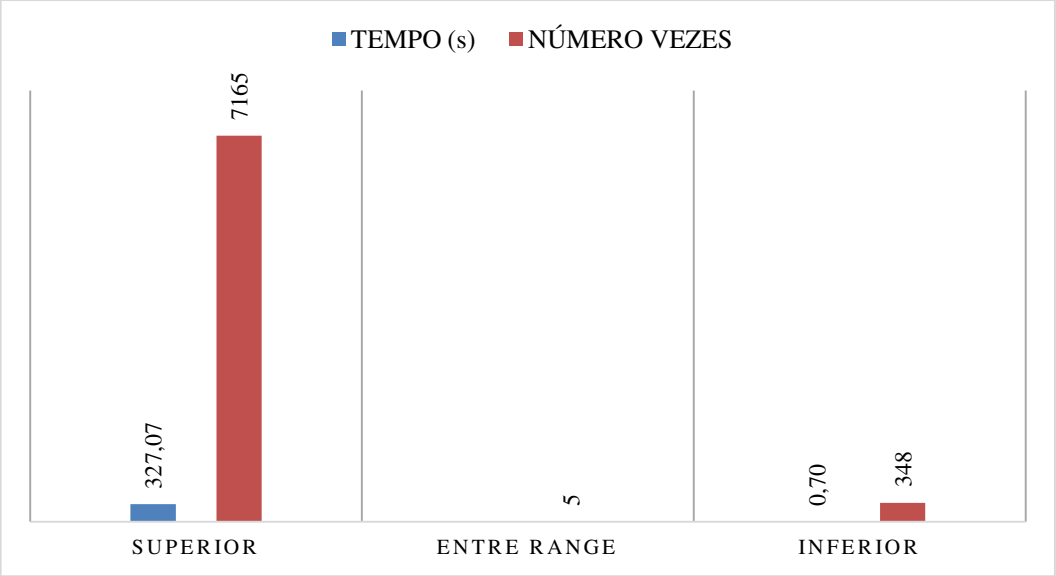
$$DPU = \frac{17260}{17729} = 0{,}9735$$

$$DPO = \frac{17260}{17729\ x\ 469} = 0{,}0020758$$

DPMO = 0,0020758 x 1.000.000 = 2.075,8 - *Sigma* (σ) do processo = 4,35

Da mesma forma, procedem aos cálculos para o Gráfico 2 referente ao segundo processo analisado.

Gráfico 2 – Índices do Processo de Pasteurização



Fonte: as autoras.

Cálculos Gráfico 2:

$$\text{DPU} = \frac{7513}{7518} = 0{,}9993$$

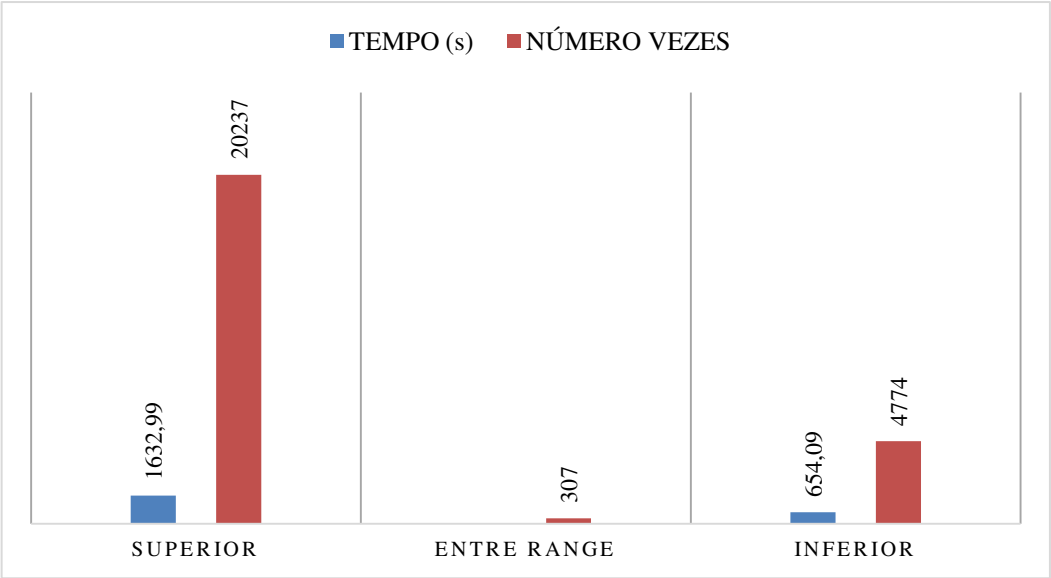
$$\text{DPO} = \frac{7513}{7518\ x\ 5} = 0{,}1998669$$

DPMO = 0,1998669 x 1.000.000 = 199.866,9 - *Sigma* (σ) do processo = 2,35

Os cálculos para o último processo segue outro raciocínio, no qual o número de defeitos são os valores inferiores e entre o range, pois não atinge o start do processo ou quando atinge pode sofrer uma parada rápida por falta de produto no reservatório; o número de unidades avaliadas permanece a soma da coluna "Número Vezes" e os números de oportunidade para defeitos são os valores superiores.

Mostrado no Gráfico 3, os índices do processo de Envase.

Gráfico 3 - Índices do Processo de Envase



Fonte: as autoras.

Cálculo Gráfico 3:

$$\text{DPU} = \frac{5081}{25318} = 0{,}2007$$

$$\text{DPO} = \frac{5081}{25318 \; x \; 307} = 0{,}0006537$$

DPMO = 0,0006537 x 1.000.000 = 653,7 - *Sigma* (σ) do processo = 4,70

4 CONCLUSÃO

Com o trabalho concluído, verifica-se que o objetivo de estudar a metodologia Seis Sigma e implementar a fase Medir foi alcançado e resultou em análises interessantes sobre o processo.

O referencial teórico apresentado e o estudo de caso demonstrado verificaram que as três etapas analisadas apresentaram níveis de *sigma* diferentes. A fase de Envase resultou no nível mais alto de *sigma*, em compensação, a fase de Pasteurização obteve o pior nível. Constata-se que o processo produtivo é efetuado, mas com falhas e até mesmo podem ocorrer rupturas produtivas.

Junto do planejamento do Projeto Seis Sigma, seria interessante a utilização da Teoria das Restrições para fazer uso do conceito Tambor-Pulmão-Corda, do inglês, *Drum-Buffer-Rope*, que contextualiza com o estudo de caso aplicado nesse trabalho.

Como princípio da teoria, é necessário identificar o gargalo ou recurso com restrição de capacidade no processo produtivo, pois o ritmo de produção é ditado por ele, caminha na mesma velocidade, assim, se obtém um mapeamento melhor da capacidade do processo e evita variabilidade e interrupções (SOUZA, BAPTISTA, 2010).

Do estudo analisado, o processo de Pasteurização representa a restrição da linha produtiva, pois trabalha em nível mais lento, assim, determina a capacidade do processo em geral; indica o ritmo que o processo de Filtração e de Envase precisam seguir.

Não é compensatório trabalhar com os processos de Filtração e de Envase com a capacidade máxima, pois o processo de Pasteurização não conseguirá absorver e processar toda a entrada vinda do processo anterior e não suprirá o processo seguinte.

Para a melhoria dos resultados obtidos é necessário alinhar os processos que estão dispersos no momento, para isso, aplicar o conceito do Tambor que ditará o ritmo em relação ao gargalo, do Pulmão que será um estoque do gargalo para mantê-lo em funcionamento e da Corda que mostrará o tempo entre um processo e outro. Assim, alinha-se o processo produtivo, obtêm-se grandes chances de gerar níveis de *sigma* bons e equilibrados.

REFERÊNCIAS

ESTORILIO, C. C. A. AMITRANO, F. G. **Aplicação de Seis Sigma em uma empresa de pequeno porte**. Produto & Produção, v. 14, n.2, p.01-25, jun., 2013.

FESTO. **FluidLab®-PA.** Direção geral de Festo Didactic GmbH & Co. KG. 2009. CDROM.

_____. **Process automation.** Direção geral de Festo Didactic GmbH & Co. KG. 2009. CDROM.

MORANDO, G. H. F.; PRATES, G. A. Gestão da Qualidade: Seis Sigma na 3m do Brasil. CONVIBRA, Congresso Virtual Brasileiro de Administração, v. 4, 2007.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. **Estratégia seis sigma:** como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PERUCHI, R. S. et al. **Aplicação das Etapas Definir e Medir do Roadmap Dmaic para um Exemplo Didático de Projeto Seis Sigm**a. ENEGEP, Rio Grande do Sul, out., 2012.

ROTONDARO, R. G. et al. **Seis Sigma:** estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2011.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. **Produção,** São Paulo, v.20, n.1, p.42-53,jan./mar., 2010.

SOUZA, F. B.; BAPTISTA, H. R. **Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda**. G&P, Gestão e Produção, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746. 2010.

SOUZA, L. F. N. et al. **Seis Sigma** – Qualidade com Lucratividade. SEGeT, Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rio de Janeiro, v. 4, 2007.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. **Seis Sigma**: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. ANPAD, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 647-662, out./dez. 2009.