

Proposta de uma metodologia de estabilização de processos: estudo de caso no setor de refrigeração

Artigo a ser submetido ao periódico Revista Produção.

Autores

Carlos Alberto Kühn,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

carlosalk@ibest.com.br

Carla Schwengber ten Caten,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

tencaten@producao.ufrgs.br

Pedro da Silva Hack,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

pedrohack@producao.ufrgs.br

Resumo

Este trabalho tem como foco propor uma nova metodologia de estabilização de processos por meio da análise das metodologias existentes na literatura bem como das recomendações para o sucesso de suas implantações. Para alcançar o objetivo proposto o artigo também apresenta um estudo de caso da estabilização de processos em uma indústria no setor de refrigeração, onde foram constatados aspectos facilitadores e dificultadores no momento da estabilização. Com essas análises notou-se uma dependência da existência de treinamentos para os envolvidos bem como do apoio da alta gerência para o sucesso de um programa de estabilização de processos. Feito o estudo foi proposta uma nova metodologia de estabilização de processos na qual foi possível compilar em etapas as melhores práticas das metodologias encontradas na literatura, as recomendações de diferentes autores e pontos importantes analisados no estudo de caso.

Palavras-chave: Estabilização de processos, qualidade, metodologia de estabilização de processos.

1. Introdução

A crescente expansão da informação e do conhecimento tem proporcionado um elevado aumento na tecnologia e no número de bens e serviços (LASTRES e FERRAZ, 1999) e, conseqüentemente, isso tem elevado as expectativas dos consumidores quanto ao nível de qualidade. Para atender essas expectativas as empresas estão compreendendo cada vez mais a importância estratégica relacionada ao conceito de qualidade. A qualidade está diretamente ligada ao sucesso que uma empresa pode ter no mercado (POWER *et al.*, 2010).

Feingenbaum (1994) declara que gerenciar a qualidade é um modo de gerenciar uma organização. Esse gerenciamento da qualidade enriquece os negócios, o próprio gerenciamento da organização e as atividades técnicas, o que resulta na redução de custos, em uma melhor eficiência na gestão das pessoas e por fim na satisfação do cliente. Com o mesmo pensamento, Gaither e Fraizer (2001) afirmam que para a maioria das empresas a qualidade é vista como base estratégica para manter e conquistar novos mercados.

Para atender os padrões de qualidade que esses novos mercados exigem e assim conquistar novos espaços, os produtos ou serviços oferecidos devem apresentar dois aspectos chave: ter bom desempenho e ausência de defeitos (JURAN, 1995). Para conquistar o cliente é necessário que o produto tenha um desempenho melhor do que os concorrentes além de não apresentar defeitos. Um produto sem defeitos representa a não ocorrência de reclamações, devoluções e retrabalhos que gerariam insatisfação do cliente.

Esse é o grande desafio das empresas na atualidade, buscar a satisfação do consumidor final produzindo produtos com desempenhos superiores, de acordo com as especificações para as quais eles foram projetados. A grande problemática está em produzi-los dentro dessas especificações, já que segundo Juran (1995) e Ribeiro e Caten (2000) todos os parâmetros dos processos possuem variabilidade. O desempenho das máquinas e equipamentos pode variar devido a fatores como: temperatura, umidade, desgaste, experiência dos operadores, etc. e o papel dos engenheiros de processos é fazer com que essa variação existente nas operações de fabricação seja a menor possível e que seja controlável. Controlando-se essa variação acaba-se controlando o processo, minimizando-se assim as variáveis que afetam a sua capacidade de atingir as metas operacionais (FEINGENBAUM,1994). Fazendo isso o produto final naturalmente acaba se tornando mais confiável, desempenhando as funções para as quais foi projetado durante todo o tempo de uso (CATEN e RIBEIRO, 1996).

Uma das maneiras mais utilizadas pelas empresas para estabilizar os seus processos e diminuir a sua variabilidade envolve o uso de ferramentas estatísticas. Técnicas como o CEP (Controle Estatístico do Processo) são as mais frequentemente utilizadas para melhoria e controle de qualidade (MONTGOMERY, 2010) e vem sendo utilizadas nos mais diversos setores da economia (MACCARTHY e WASUSRI, 2002). Com essas ferramentas é possível avaliar alterações nos processos produtivos, determinar sua origem e frequência de ocorrência e assim conhecer o processo (PALADINI, 1995). Sabendo isso, as empresas buscam cada vez mais melhorar seus processos de produção (CHAN *et al.*, 2005) atacando as falhas, diminuindo a variação, aumentando a confiabilidade e a qualidade do produto satisfazendo assim as necessidades dos clientes.

Este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia para a estabilização de processos através da análise das principais metodologias de estabilização de processos disponíveis na literatura, da análise de pontos-chave para o sucesso da estabilização e através da avaliação de uma implantação de um processo de estabilização em uma empresa de condicionadores de ar. Dessa forma a seção 2 apresenta a Revisão Bibliográfica, onde são contemplados os conceitos de um processo estável e a sua importância e metodologias para a implantação do controle do processo. A seção 3 apresenta os Procedimentos Metodológicos. A seção 4 apresenta os Resultados, onde é exposto o desenvolvimento do trabalho. Na seção 5 é apresentada a Conclusão. E por fim, na seção 6 são apresentados os Referenciais Bibliográficos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Conceitos de estabilidade de processo

O conceito de um processo estável refere-se à previsibilidade da sua variação. Um processo é dito estável quando apenas causas comuns (fontes de variabilidade inerentes ao processo) atuam tornando-o previsível e, portanto, sabe-se qual será o seu comportamento durante o decorrer do tempo (FUSCO e SACOMANO, 2007). Já um processo no qual além das causas comuns existe a atuação de causas especiais é dito instável. Essa instabilidade do processo pode ser causada por inúmeros fatores: tecnologia, experiência dos operadores, matéria-prima, desgaste de máquinas, etc. Com a variação desses parâmetros o processo também irá variar (RIBEIRO E CATEN, 2000).

Caten e Miorando (2011) definem causas comuns como pequenas causas de variação que atuam de forma aleatória, gerando uma variabilidade inerente no processo. Segundo os autores essas causas só podem ser combatidas agindo-se sobre todo o processo e eliminá-las pode requerer um alto investimento comparado com o retorno que a ação trará. Já as causas especiais, segundo Mason e Antony (2000), são caracterizadas por serem anormais ao processo e se não forem combatidas podem gerar um alto custo de qualidade. A atuação dessas causas especiais torna o processo em regime não estável.

Para saber se a variação do processo está sendo influenciada por alguma causa especial faz-se uso de cartas de controle, as quais estabelecem limites de controle para essa variação. Se os dados coletados do processo ultrapassam esses limites o processo é considerado instável e, portanto, fora de controle. Caso contrário o processo é considerado estável e sob controle estatístico (SLACK, 2006).

Ter um processo estável é a meta de toda empresa. Entretanto, um processo pode ser estável e ao mesmo tempo pode não atender aos padrões de qualidade para o qual um determinado produto foi projetado (CHEN *et al.*, 2006). Um processo pode ser estatisticamente estável,

possuindo uma variação controlada e ao mesmo tempo ter uma variação que ultrapasse os limites estipulados em projeto. Nesses casos a variabilidade devido as causas comuns terá que ser minimizada, caso contrário o processo não atenderá as exigências do consumidor (INDEZEICHAK e LEITE, 2005).

2.2 Estudo de capacidade

Um dos métodos mais utilizados para saber se um processo está sendo capaz de atender as metas especificadas é o índice de capacidade do processo (C_{pk}). Através desse índice é possível fazer uma análise da variabilidade e da centralização do processo ao mesmo tempo em que faz uma comparação com a suas especificações (RAMOS e HO, 2003).

Com a necessidade de alcançar a estabilização e tornar o processo capaz, existem na literatura métodos de como iniciar um processo de estabilização. Alguns desses métodos englobam desde a identificação de processos que necessitam ser estabilizados como também as etapas subsequentes à estabilização do processo, enquanto outros fornecem apenas a base estatística para tal. Tanto esses como aqueles precisam ser discutidos e compilados para dessa forma ser proposto um método que melhor se ajuste a realidade das empresas brasileiras.

2.3 Pontos-chave para a estabilização

Por envolver vários fatores, a estabilização de processos nas empresas acaba por se tornar complexa. Para vencer essa complexidade existem fatores que devem ser avaliados no momento da estabilização de processos. Bressan (2004) declara que toda mudança organizacional deve estar apoiada no comprometimento das lideranças. Já Montgomery (2010) afirma que as ferramentas estatísticas são a base técnica para o controle da qualidade. Devido a isso é muito importante que o haja um treinamento eficaz, para as pessoas estejam capacitadas com a nova rotina.

O número de processos a serem estabilizados é outro fator que pode trazer dificuldades. Ribeiro *et al.* (2001) afirmam que quanto maior o número de processos que necessitam ser monitorados, maior é a dificuldade para obter sucesso na implementação de uma política de estabilização de processos. Quanto maior o número de variáveis a serem estabilizadas maiores são os esforços para monitorá-las e interpretá-las. Por isso, é aconselhável que a estabilização se inicie em alguns processos que servirão como projeto piloto. Após a estabilização desses se passa para os demais processos que necessitam ser estabilizados.

Seguindo nessa linha de pensamento, Mason (2000) identifica quatro áreas fundamentais para o sucesso da implantação da estabilização de processos: aspectos de gestão, de engenharia, do conhecimento estatístico e do time de trabalho. Segundo o autor, a alta administração deve fazer com que toda a organização esteja comprometida com a qualidade dos processos e

produtos, fornecendo todo suporte necessário caso mudanças do sistema/processo sejam necessárias. A engenharia deve compreender os benefícios da implantação e conhecer o processo para que ações possam ser tomadas. Treinar o pessoal envolvido é igualmente outro ponto chave para o sucesso da implantação. Todos devem estar cientes da importância da melhoria contínua dos processos. E por fim, um time de trabalho com um líder de equipe deve ser formado para agir sobre os processos quando esses começarem a sair de controle. Complementarmente, Montgomery (2010) explica que para se obter sucesso com a implantação da estabilização dos processos, as técnicas e ferramentas estatísticas devem ser parte de um sistema de gestão voltado para a melhoria da qualidade.

2.4 Métodos para estabilização

Existe hoje na literatura uma série de recomendações a respeito de quais pontos devem ser observados no momento da implantação de estabilização de processos e o número de metodologias que servem como guia para aplicação é restrito.

É apresentado um grande número de publicações relatando a aplicação de ferramentas estatísticas como o CEP. Percebe-se que a etapa estatística (CEP) é a mais importante, funcionando como centro desse processo, porém existem passos anteriores e posteriores a aplicação do CEP que devem ser analisados com cuidado. Os passos anteriores estão diretamente ligados ao êxito da aplicação do CEP, assim como a sua continuidade está sob responsabilidade do que fazer após a aplicação do CEP. Levando em consideração isso foram pesquisadas na literatura quatro metodologias de estabilização de processos que abordassem essas etapas anteriores e posteriores à aplicação do CEP. Abaixo são descritas as metodologias de Kumar e Motwani (1996) e Krumwiede e Sheu (1996) (*Figura 1*). Como todas metodologias pesquisadas apresentam pontos em comum como a aplicação do CEP para o controle do processo essas etapas serão apenas indicadas para dessa forma facilitar e simplificar a descrição.

Na primeira etapa da metodologia proposta por Kumar e Motwani, é formado um time para trabalhar com a rotina de CEP. Em seguida a gerência é informada, conscientizada e treinada. São alvos desse treinamento líderes de manufatura, gestores de produção e engenheiros. Após isso são definidos os processos que possuem boas perspectivas de sucesso para serem estabilizados. São definidos e documentados os requisitos de engenharia para em seguida ser criado um fluxograma do processo com suas entradas e saídas.

Então é desenvolvido um plano para a aplicação do CEP assim como um plano reativo caso um processo saia de controle. Esse plano é apresentado para a gerência buscando a aprovação para dar seguimento com o treinamento dos operadores.

Etapas da metodologia de Kumar e Motwani	
1	Estabelecer um time para implementar o CEP
2	Informar e treinar a alta gerência
3	Definir processos a serem estabilizados
4	Definir e documentar os requisitos do cliente
5	Criar o gráfico do fluxo dos processos
6	Criar um plano para o CEP
7	Apresentação do plano para a gerência
8	Treinar operadores
9	Implementar o CEP nos processos e coletar dados
10	Fazer gráfico de controle de médias e desvios
11	Determinar as causas especiais
12	Calcular C_{pk} e definir aceitabilidade
13	Atividades de solução de problemas
14	Executar plano de controle

Etapas da metodologia de Krumwiede e Sheu	
1	Obter apoio gerencial
2	Escolher um líder de CEP
3	Determinar um processo piloto
4	Preparar procedimentos operacionais
5	Treinar envolvidos com a implementação
6	Disponibilizar cartas de controle

Figura 1: Metodologias de Kumar e Motwani (1996) e Krumwiede e Sheu (1996).

Após essas etapas é iniciada a aplicação do CEP (Etapas 9, 10, 11 e 12). Caso o processo não esteja estável parte-se para a solução dos problemas eliminando as causas da variação para em seguida, na etapa 14, executar o CEP novamente.

Krumwiede e Sheu começam a sua metodologia buscando o apoio da alta administração para a realização da estabilização de processos. O passo seguinte é estabelecer um líder para a implementação e posteriormente definir um processo piloto. Com a mesma ideia da metodologia anterior, no início do projeto de estabilização os autores aconselham escolher um processo que seja facilmente estabilizável, que traga resultados para serem expostos a alta gerência. Dando continuidade, a etapa seguinte trata da elaboração dos documentos operacionais que devem ser disponibilizados para os operadores. Após isso são realizados treinamentos com os envolvidos para que todos possam entender os benefícios que a o controle do processo trará para a empresa. A última etapa consiste da aplicação do CEP, disponibilizando as cartas de controle.

Completando as metodologias pesquisadas, abaixo se encontram as metodologias de Owen (1989) *apud* Schissatti (1998) e Paese (2000) (Figura 2).

A metodologia de Owen começa com a mesma ideia que a metodologia de Krumwiede e Sheu. Assim como aquela, essa busca em primeiro lugar o apoio da alta administração da empresa. Já na Etapa 2, procura-se definir os responsáveis para acompanhar o programa de implementação. São definidas as metas, responsabilidades, recursos e os métodos de treinamentos. Com isso parte-se para a Etapa 3, onde deve ser definida a pessoa que irá

estabelecer, desenvolver e monitorar o programa de estabilização de processos. Na etapa de Definir uma estratégia de treinamento, devem ser decididas quantas e quais pessoas serão treinadas e qual será o nível de aprofundamento. Em seguida vem a fase de treinamento de gerentes e supervisores (Etapa 5). Caso haja necessidade, na Etapa 6 envolve-se os sindicatos para explicar a importância do programa para a empresa e posteriormente obter um acordo (Etapa 7). Em seguida os operadores recebem a informação da implantação do programa de estabilização e da sua importância juntamente com a nova rotina de trabalho que será implantada. Na Etapa 9 os fornecedores devem ser conscientizados da implantação do CEP na empresa.

Etapas de metodologia de Owen		Etapas da metodologia de Paese	
1	Obter compromisso	1	Definição dos projetos e coordenadores
2	Formular uma política (diretriz)	2	Definição de indicadores e metas
3	Indicar um Facilitador	3	Priorização das atividades do processo
4	Definir uma estratégia de treinamento	4	Formação da equipe e dimensionamento dos recursos
5	Treinar gerentes e supervisores	5	Treinamento do CEP
6	Informar os sindicatos	6	Análise de variabilidade e formação dos subgrupos
7	Obter compromisso dos sindicatos	7	Tabela de pontos críticos de controle
8	Informar os operadores	8	Desenvolvimento de padrões operacionais (PO's)
9	Envolver os fornecedores	9	Treinamento de PO's
10	Coletar dados	10	Implantação dos PO's e CEP
11	Planejar um palco de ação para os sinais de falta de controle	11	Monitoramento, auditorias e melhorias do processo
12	Rever os processos de avaliação da qualidade	12	Avaliação e melhorias do sistema de garantia do processo
13	Estruturar a administração do CEP		
14	Treinar os operadores		
15	Implementar as cartas de controle		
16	Melhorar os processos		

Figura 2: Metodologias de Owen (1989) e Paese (2000).

Na Etapa 10 são realizadas as coletas dos dados e a estratificação dos mesmos. Com o início da coleta de dados deve-se planejar ações para os sinais de falta de controle (Etapa 11). A Etapa 12 aborda a revisão dos processos de avaliação da qualidade. Para a obtenção de mais informações sobre o processo novas formas de medir a qualidade devem ser implementadas como, por exemplo, a substituição da avaliação de atributos por variáveis. Em seguida, deve-se Estruturar a administração do CEP (Etapa 13). A maneira como o CEP será gerenciado deve estar clara e quem dará o suporte após a implementação do programa deve estar explícita. Na Etapa 14 os operadores devem ser treinados nas ferramentas com as quais

estarão envolvidos. Na última etapa da metodologia proposta por Owen, ciclos de melhoria no processo vão sendo realizados através da utilização das cartas de controle, da descoberta e eliminação de causas especiais e através de novos limites de controle.

A metodologia de Paese inicia com a definição de quais serão os macro processos (projetos) que serão estabilizados e responsáveis. A segunda etapa da metodologia proposta trata da Definição de indicadores e metas que irão nortear a implantação e expressar os resultados obtidos. A Etapa 3 aborda a Priorização das atividades dos macro processos definidos na Etapa 1 através da criação do fluxo do processo. Na quarta etapa é escolhida a equipe que dará suporte ao processo de estabilização e são estimados os recursos (monetários, pessoal, tempo, etc.) que serão necessários. Parte-se então para o Treinamento do CEP (Etapa 5) para o pessoal envolvido com a estabilização dos processos (operadores, técnicos de processo e líderes de área). Na sexta etapa Paese afirma que devem ser iniciados os estudos das causas que agem sobre o processo resultando em variabilidade. Na Etapa 7 é construída a Tabela de Pontos Críticos de Controle (TPCC) que deve ser disponibilizada para os operadores que executam as atividades. Nela são expostos pontos chave do processo, como os itens que devem ser controlados, a especificação de controle, o instrumento de medição e o responsável. A oitava etapa aborda o Desenvolvimento dos procedimentos operacionais (PO's). Além de padronizar as atividades os PO's servem como guias para executá-las. A Etapa 9 é o treinamento dos operadores com relação aos PO's que irão executar.

Na Etapa 10 é iniciada a Implantação dos PO's e do CEP com a coleta de dados de forma gradual. A próxima etapa (Monitoramento, auditorias e melhorias), trata da análise dos dados coletados na etapa de implantação da estabilização. Ainda nessa etapa, são feitas auditorias para garantir que os PO's estão sendo seguidos pelos operadores e para garantir o envolvimento das pessoas no processo de estabilização. A última etapa da metodologia proposta por Paese chama-se Avaliação e Melhorias do Sistema de Estabilização. Essa etapa tem como objetivo avaliar o sistema implantado e propor melhorias para a estabilização do processo.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Descrição do Cenário

O trabalho desenvolvido nesse artigo será baseado em um estudo do processo de uma empresa de condicionadores de ar localizada no município de Canoas no Rio Grande do Sul. Desde a sua fundação em 1934 o seu negócio está centralizado no setor de refrigeração. Em 1983, a empresa fundiu-se com outra corporação que atua na América do Norte, Ásia, Europa e América Latina. A partir dessa união, o portfólio de produtos da empresa foi ampliado,

produzindo a partir daí desde refrigeradores de janela até sistemas centrais de refrigeração, usados em *shoppings centers* e hotéis.

Além da planta industrial de Canoas, a empresa conta ainda com outra unidade fabril, localizada em Manaus no Amazonas onde são produzidos somente condicionadores de ar residenciais. Além dessas plantas a empresa possui filias comerciais nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Campinas, Recife e Porto Alegre. Atualmente a empresa produz 800 unidades diárias e conta com aproximadamente 650 funcionários divididos nas duas plantas, dos quais aproximadamente 500 são diretos.

3.2 Processo de Produção

A empresa possui 3 áreas que são fundamentais para o processo de fabricação de condicionadores de ar: aletado, pintura e estamparia (*Figura 3*). O processo de fabricação inicia com o recebimento da matéria-prima (chapas de aço, tubos de cobre, alumínio, entre outros) dos fornecedores. Os tubos de cobre e o alumínio são enviados para a área de aletado, onde são produzidos os trocadores de calor que fazem parte dos aparelhos. Já as chapas de aço seguem para a estamparia onde são conformadas de acordo com cada modelo de condicionador de ar que será fabricado. Após passarem pela estamparia as chapas conformadas são pintadas e em seguida são montadas juntamente com o conjunto formado pelas placas de alumínio e tubos de cobre (conjunto aletado) e com outros componentes na linha de montagem específica. Após montados, os condicionadores de ar são embalados, expedidos e vendidos para o consumidor final.

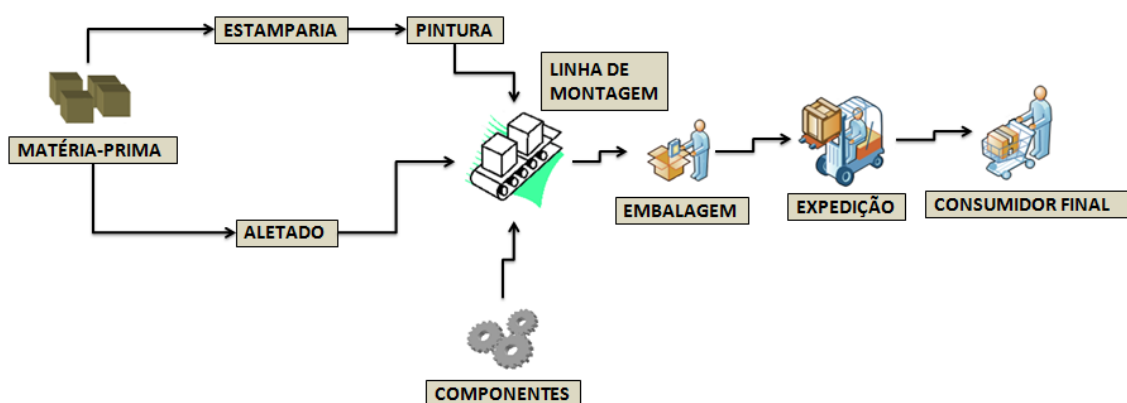


Figura 3: Processo genérico de fabricação de um condicionador de ar.

3.3 Caracterização do método de pesquisa

Para alcançar os objetivos deste artigo foi realizado um levantamento bibliográfico e uma análise da literatura tendo em vista expor e esclarecer as diferentes metodologias de estabilização de processos encontradas, encontrando assim as melhores práticas para a

implantação da estabilização de processos. Além dessa pesquisa na literatura, foi realizada uma análise da implantação do programa de estabilização de processos da empresa estudada. Sendo assim, esse trabalho é classificado como de natureza aplicada por objetivar a aplicação prática do conhecimento gerado e de abordagem qualitativa. Quanto ao objetivo desse trabalho, pode ser definido como exploratório por propor uma metodologia de estabilização. Com isso, o método de trabalho é classificado como estudo de caso por permitir um amplo conhecimento a respeito de métodos para a implantação da estabilização de processos.

3.4 Caracterização do método de trabalho

O trabalho foi realizado a partir da análise das metodologias propostas por cada autor pesquisado. Após a análise da literatura foi realizada uma entrevista em profundidade com o coordenador do projeto de implantação de estabilização de processos da empresa com o objetivo de obter informações a respeito da metodologia utilizada. Os aspectos abordados na entrevista foram: *(i)* motivação para a implementação da estabilização de processos na empresa; *(ii)* dificuldades e facilidades encontradas; *(iii)* como a estabilização de processos é vista dentro da empresa.

Após isso, com o objetivo de coletar mais informações a respeito da implantação houve a participação dos operadores que trabalham diretamente com os processos críticos. Como existe facilidade de acesso não somente com esses, mas também com os técnicos de processo que dão o suporte para a estabilização dos processos na empresa, foram realizadas entrevistas para analisar os problemas enfrentados durante e após a implantação.

Após a obtenção das informações sobre a estabilização de processos na empresa e com a análise das metodologias existentes na literatura foi possível propor uma nova metodologia de estabilização de processos.

4. Desenvolvimento

4.1 Análises das metodologias

Com a compilação das metodologias descritas nesse trabalho buscou-se fazer uma análise dos pontos contra e a favor de cada metodologia para dessa forma agregar as melhores práticas para o processo de implementação. Como descrito na seção 2.2 alguns passos da implantação são essenciais para o sucesso de um programa que visa melhorar a qualidade de seus produtos através da estabilização de processos. Obter o suporte das lideranças e dar treinamento para as pessoas envolvidas com a estabilização são alguns desses passos. Esses dois aspectos são citados em todas as metodologias pesquisadas.

Outro aspecto importante é com relação à definição e documentação de um time que será responsável pelo programa. Valls (1995) afirma que através da documentação pode ser

comprovada como certa atividade foi executada, podendo tomar ações corretivas e preventivas com base na sua análise. Da mesma forma que as metodologias estão preocupadas em obter apoio da alta gerência elas também estabelecem uma etapa para a escolha do time de trabalho.

Fazendo uma análise ampla das metodologias nota-se que a metodologia Krumwiede se apresentou mais reduzida, não detalhando as etapas para a implantação. As outras fornecem uma maior riqueza de informações que podem ser essenciais no momento da implementação. A metodologia de Kumar e Motwani, de Owen e de Paese, são apresentadas com mais de 10 etapas enquanto a de Krumwiede e Sheu possui 6 etapas. Segundo Armenakis e Bedeian (1999) durante um processo de mudança as pessoas começam a fazer uma comparação entre os resultados obtidos e os esperados podendo ficar contrárias ou a favor a mesma. Com base nisso as vantagens das metodologias com mais números de etapas é com relação aos resultados. Como o processo de estabilização está dividido em mais etapas, essas acabam por ser mais curtas. Uma etapa mais curta torna mais rápida a demonstração de resultados e isso acaba motivando a equipe envolvida.

A metodologia de Kumar e Motwani dá ênfase na definição e documentação dos requisitos dos clientes. Essa etapa é de grande importância na medida de possuir um histórico sobre as especificações exigidas pelo cliente em caso de discordância no futuro. Documentar essa etapa também é importante porque dessa forma pessoas que não conhecem o processo podem entender o que está sendo realizado e por qual motivo, além da documentação ser um fator crítico para empresas que tem ou buscam uma certificação internacional de qualidade como a ISO 9001.

A metodologia de Krumwiede e Sheu dedica uma etapa para definir um processo piloto a ser estabilizado preferindo que a estabilização se inicie por ele e com o sucesso desse se parta para os demais que necessitem de estabilidade.

A metodologia de Owen apresenta dois aspectos que devem ser levados em consideração. O primeiro deles é o envolvimento do sindicato dos trabalhadores da qual os funcionários da empresa fazem parte. Normalmente funcionários de grandes empresas multinacionais são apoiados politicamente pelos seus respectivos sindicatos. Como a rotina de trabalho irá mudar é importante que eles estejam cientes da importância que a estabilização trará para os resultados futuros da empresa. O outro ponto relatado na metodologia de Owen diz respeito à participação dos fornecedores no processo, já que, segundo Ribeiro e Caten (2000), a variabilidade do processo pode estar sendo influenciada pela qualidade da matéria prima fornecida.

Analisando a metodologia de Paese destacam-se 3 etapas. A primeira trata da elaboração de metas para o processo de estabilização. Indicadores também são criados com o objetivo de mostrar se os resultados alcançados estão de acordo com as metas (FLORES, 2006 *apud* OHASHI e MELHADO, 2004). Com isso é possível observar o desempenho do programa durante a estabilização dos processos e focar em aspectos que não estão como o esperado. Outro ponto importante da metodologia de Paese é o dimensionamento dos recursos que serão necessários durante a estabilização. Fazer esse dimensionamento faz com que os recursos necessários sejam providenciados e reservados para esse fim sem que no futuro haja surpresas por falta de verba, desmotivando todos os envolvidos. O último aspecto aborda a o desenvolvimento de um padrão operacional. Para diminuir a variabilidade de um processo deve-se reduzir as diferentes maneiras de executar uma determinada operação já que existe variação do processo devido aos operadores como relatado na seção inicial desse trabalho. O ideal é que todos executem da mesma forma, tentando diminuir a variação. Fazendo isso a variação devido à diferença de experiência e idade são reduzidas (WERKEMA e AGUIAR, 1996).

4.2 Estudo de caso

Essa seção relata como foi o processo de estabilização de processos dentro da empresa estudada. Todas as informações foram coletadas através de entrevistas com os funcionários envolvidos. Participaram desse trabalho operadores de linha de produção, técnicos de processo e o coordenador do programa de estabilização.

A empresa analisada fez a sua primeira tentativa de implantar a estabilização de processos no ano de 2005. Nesse primeiro momento não houve sucesso na implantação. Muitos processos foram definidos e devido a isso o gerenciamento acabou se tornando difícil e sem foco. Outra dificuldade encontrada foi a troca de responsabilidade. Em cerca de 3 anos houveram três responsáveis pelo programa o que acabou gerando uma perda do conhecimento. Nessa primeira tentativa não houve um envolvimento efetivo da alta administração o que fez com que não houvesse comprometimento por parte dos operadores e técnicos de processo. Além de existirem esses problemas com a implantação, o controle do processo era realizado sem ferramentas estatísticas, gerando incredibilidade na sua real eficácia. No ano de 2009 ocorreu a última troca de responsável e simultaneamente houve mudanças com relação as exigências da corporação da qual empresa faz parte com relação a qualidade dos processos. A partir desse momento a empresa passou a ter a obrigação de controlar os seus processos de acordo com as regras determinadas. Com isso desde a alta administração até os operadores seriam cobrados pela estabilização dos processos. Como a cobrança também estava acontecendo

sobre a gerência a retomada da implantação da estabilização de processos foi iniciada com sucesso. Atualmente a empresa possui o mesmo responsável que foi designado no ano de 2009 e possui um plano de número de processos que precisam ser estabilizados a cada ano. A partir desse momento foram realizados diversos treinamentos com o pessoal envolvido. Entretanto durante a implantação do programa de estabilização de processos, a principal dificuldade alegada pelos operadores que trabalham diretamente com os processos críticos foi assimilar a nova rotina de trabalho. Segundo eles não houve um programa de treinamento adequado para as novas operações que deveriam ser executadas. Houve dificuldade em atividades como preencher cartas de controle, identificar quando o processo saía de controle e agir para estabilizá-lo. Como o treinamento foi ineficiente, essas atividades foram sendo aprendidas com o desenrolar do controle estatístico, sendo muito dependente dos técnicos de processo que trabalham dando suporte à implantação do CEP. Além de dar suporte as linhas produtivas esses técnicos de processo precisaram conciliar a sua nova rotina de trabalho executando na prática o controle estatístico, elaborando cartas de controle, calculando os índices de capacidade e agindo sobre o processo para diminuir a variabilidade. Lidando com a nova rotina de controle estatístico do processo foram encontradas algumas dificuldades como o tempo para conseguir recursos para a estabilização de alguns processos críticos. Para controlar certas variáveis era necessário equipamentos caros e isso fazia com que tivesse um tempo maior conseguindo recursos para adquiri-los. Outra dificuldade por parte dos técnicos foi gerenciar um grande número de processos em estabilização e simultaneamente trabalhar com projetos e as suas atividades de rotina. Para conseguir conciliar todas essas novas atividades é necessário um tempo de adaptação constante já que novas variáveis para serem controladas vão surgindo. Foi constatado também que o treinamento oferecido para os operadores não foi eficaz e isso acabou gerando uma sobrecarga nos técnicos que se viram forçados a treinar os operadores na suas novas funções.

Hoje o programa de estabilização de processos ainda sofre com barreiras por parte de alguns operadores. O não preenchimento das cartas de controle do CEP mostra que a nova rotina ainda não está assimilada. Para mudar essa cultura deve haver uma cobrança dos níveis hierárquicos superiores.

4.3 Metodologia Proposta

Com base nas informações coletadas nos passos anteriores foi possível unir as melhores práticas no quesito estabilização de processos e elaborar uma proposta de metodologia de estabilização de processos. A Figura 4 apresenta as etapas dessa metodologia.

Como já dito anteriormente, obter o apoio dos níveis hierárquicos mais elevados da organização é essencial (Etapa 1). É preciso que sejam mostrados para a alta gerência os benefícios que a estabilização trará para a empresa como redução de custos, melhora da qualidade dos produtos, imagem externa fortalecida, etc. Conseguindo o apoio, os operadores tem consciência que a estabilização dos processos é importante para a empresa e ficam engajados com esse propósito. A escolha do processo piloto (Etapa 2) que será estabilizado pode ser feita com base no histórico de defeitos que ocorrem em campo. Sabendo o tipo de defeito mais comum é possível priorizar o processo que influencia tal defeito. Outra maneira de escolher o processo piloto é através de FMEA (*Failure mode and effects analysis*).

Etapas da metodologia proposta		Base para escolha das etapas	
1	Documentação do Processo	Conseguir apoio da alta gerência	Mason (2000), Bressam (2004) e Estudo de caso
2		Definição do processo piloto	Ribeiro <i>et al.</i> (2001), Krumwiede e Sheu (1996) e Estudo de caso
3		Prever recursos necessários	Paese (2000) e Estudo de caso
4		Definição de metas de qualidade	Flores (2006) <i>apud</i> Ohashi , Melhado (2004) e Paese (2000)
5		Escolha do responsável e equipe	Mason (2000) e Estudo de caso
6		Treinar os envolvidos	Mason (2000) e Estudo de caso
7		Obter acordo com sindicatos	Owen (1989) <i>apud</i> Schissatti (1998)
8		Envolver fornecedores	Ribeiro e Caten (2000), Owen (1989) <i>apud</i> Schissatti (1998)
9		Elaboração Procedimento operacional de processo	Werkema, Aguiar (1996) e Paese (2000)
10		Execução do CEP	Montgomery (2010)
11		Avaliação quanto a estabilidade e metas de qualidade	Flores (2006) <i>apud</i> Ohashi e Melhado (2004)
12		Estabilização dos demais processos	Ribeiro <i>et al.</i> (2001)

Figura 4: Metodologia proposta.

Com essa ferramenta faz-se uma análise de todas possíveis falhas que podem ocorrer quando o produto está sendo utilizado. Com base nessa análise de falhas parte-se para trabalhar com o processo, garantindo que o produto saia de fábrica da forma que foi projetado. Cabe ressaltar que como essa é a primeira estabilização que ocorrerá no programa é fundamental que haja sucesso, caso contrário o programa de estabilização poderá fracassar no momento de escolher outros processos para serem estabilizados.

A previsão dos recursos que serão necessários para a estabilização deve ser realizada antes de definir as metas, na Etapa 3. Essa previsão deve ser baseada nos equipamentos, treinamentos,

pessoal, etc. que serão necessários para a aplicação do CEP. Uma previsão bem realizada evita surpresas que venham a levar ao fracasso a implantação da estabilização.

A Etapa 4 trata da definição das metas para o processo que está sendo estabilizado. Essas metas se referem a questões de qualidade como redução do número de defeitos, ou numa visão mais geral, o número de reclamações de clientes insatisfeitos.

Na Etapa 5 deve-se escolher os integrantes da equipe que irão trabalhar diretamente com a estabilização dos processos. Essa equipe preferencialmente deve possuir um conhecimento mais técnico e terá a responsabilidade de controlar estatisticamente o processo. É fundamental também que um líder seja definido para gerenciar todas as etapas da implantação.

Como visto na seção 2.2 e na seção 4.2 é importante que haja treinamentos para o sucesso do programa de estabilização (Etapa 6). Esses treinamentos darão a base para a aplicação do CEP. O treinamento deve ser baseado em ensinar os operadores a preencher as cartas de controle e identificar quando o processo está fora de controle. Já para o pessoal técnico o treinamento deve consistir em como calcular limites de controle, C_{pk} , elaborar cartas de controle, etc.

A Etapa 7 trata da realização de um acordo com os sindicatos a respeito da nova rotina de trabalho dos operadores. A empresa deve analisar o cenário sindical dos seus funcionários com relação a influência na rotina trabalhista, cabendo a ela informar ou não o sindicato. Dependendo do processo piloto escolhido também será necessário envolver os fornecedores (Etapa 8).

Na etapa 9 deve ser elaborado um procedimento operacional para o processo que está sendo estabilizado. A documentação do processo deve ocorrer durante todo o processo de implantação da estabilização, desde a obtenção do apoio da alta gerência até o momento em que o processo é considerável estável e capaz.

A fase mais importante do programa de estabilização de processos ocorre na Etapa 10. Nesse momento é colocado em prática todo o conhecimento estatístico adquirido através dos treinamentos. É implementado o procedimento operacional, feita a análise do sistema de medição, calculado o índice de capacidade do processo, implementadas cartas de controle, etc. A partir desse instante o processo começa a ser estabilizado.

Em seguida deve ser realizada uma avaliação do processo analisando a sua estabilidade e a sua capacidade em atender os requisitos de engenharia (Etapa 11). Se o processo for considerado aprovado parte-se para a estabilização dos demais (Etapa 12). Caso contrário, devem ser feitas melhorias para cumprir os requisitos. Nesse momento também deve ser realizada uma avaliação com relação às metas propostas

5. Conclusão

Esse trabalho teve como objetivo analisar as metodologias de estabilização de processos encontradas na literatura, analisar o processo de estabilização em uma empresa do setor de refrigeração e propor uma nova metodologia compilando as informações obtidas do estudo de caso e na bibliografia.

A primeira parte do trabalho foi importante para um aprofundamento sobre as melhores práticas encontradas na literatura. Nesse momento foi possível encontrar pontos importantes para a estabilização, assim como pontos que devem ser vigiados para a eficácia da implantação do programa de qualidade. Na pesquisa bibliográfica foi realizada também uma compilação de algumas metodologias para a implantação da estabilização de processos. Com essa compilação foi feita uma análise nas metodologias apresentadas por Kumar e Motwani, Krumwiede e Sheu, Paese e Owen destacando as etapas que mais contribuiriam para o sucesso da implantação.

Após isso foram realizadas entrevistas em profundidade com o coordenador, técnicos de processo e operadores que participaram diretamente na implantação do programa de estabilização de processos em uma empresa do setor de refrigeração no Rio Grande do Sul.

Com as entrevistas foi possível coletar informações a respeito das dificuldades e facilidades encontradas. Em um primeiro momento aspectos como a falta de apoio da alta gerência e a troca de responsáveis contribuíram para o fracasso da implantação. Em um segundo momento as maiores dificuldades encontradas foram a falta de treinamentos para a execução das novas atividades e gerenciamento de várias características críticas. Com essas entrevistas foi possível estabelecer etapas críticas para a implantação da estabilização de processos.

Através da análise da literatura e do estudo de caso notou-se uma dependência da existência de uma etapa para a execução de treinamentos dos envolvidos bem como o apoio da alta gerência para o sucesso de um programa de estabilização de processos.

Tendo como base a revisão bibliográfica e as entrevistas realizadas foi proposta uma nova metodologia de estabilização de processos agregando as melhores práticas encontradas. A nova metodologia proposta preenche a lacuna existente na literatura que apresenta muitos métodos para a aplicação das cartas de controle e poucos métodos para implementar a estabilização de processos com etapas anteriores e posteriores ao CEP. Dessa forma, a metodologia busca auxiliar as empresas que queiram começar um programa de qualidade estabilizando seus processos com etapas estruturadas levando em consideração todo o processo gerencial. Essa nova metodologia se difere das demais metodologias encontradas na literatura por compilar pontos chave para a estabilização de processos com base em

recomendações de autores especialistas no tema, metodologias encontradas na literatura, e através de um estudo de uma aplicação de um programa de estabilização de processos e com base na experiência do autor.

Em um trabalho futuro, tendo em vista validar o método proposto, recomenda-se aplicar a metodologia em uma empresa que busque estabilizar os seus processos. Dessa maneira, o método poderá ser melhor avaliado e aprimorado, podendo assim ser adequado à realidade das empresas brasileiras no cenário econômico atual.

6. Referências Bibliográficas

ARMENAKIS, Achilles A.; BEDEIAN, Arthur G. Organizational change: a review of theory and research in the 1990s. *Journal of Management*, v. 25, p. 293- 315, Junho de 1999. Disponível em: < <http://nreilly.asp.radford.edu/psy655/armenakisandbedeian.pdf>>. Acesso em: 21 de maio de 2011.

BRESSAN, Cyndia L. Mudança organizacional: uma visão gerencial. Universidade São Francisco, Bragança Paulista- SP. Disponível em:

<http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/art_cie/art_25.pdf>

CATEN, Carla S. ten; MIORANDO, Rogério F. Introdução ao Controle estatístico da Qualidade. Disponível em:

<[HTTP://www.producao.ufrgs.br/arquivos/388_eng_qual_aula_03.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/388_eng_qual_aula_03.pdf)>. Acesso em: 14 jan. 2011.

CATEN, Carla S. ten; RIBEIRO, José L. D. Etapas na Otimização Experimental de Produtos e Processos: Discussão e Estudo de Caso. **Produção**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 45-64, 1996.

CHAN, Weng M.; IBRAHIM, Raafat N.; LOCHERT, Paul B. Economic production quantity and process quality: a multivariate approach. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v.22, n. 6, p. 591-606, 2005.

CHEN, K. S.; HUANG, H. L.; HUANG, Chiao Tzu. Control Charts for One-sided Capability Indices. **Quality and Quantity**. Bolonha, v. 41, n. 3, p. 413-427, 2006.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da Qualidade Total: Métodos Estatísticos Aplicados à Qualidade**. 3 ed., v. 3, São Paulo: Makron Books, 1994.

FUSCO, José P. A.; SACOMANO, José B. **Operações e Gestão Estratégica**. São Paulo: Arte e Ciência, 2007.

GAITHER, Norman; FRAIZER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8 ed., São Paulo: Pioneira, 2001.

INDEZEICHAK, Vilmará; LEITE, Magda L. G. **Dificuldades para Implantação do Controle Estatístico de Processos**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 12., 2005, Bauru, Anais... São Paulo: UNESP, 2005.

JURAN, Joseph M. **Planejando para a Qualidade**. 3ed., São Paulo: Pioneira, 1995.

KRUMWIEDE, Dennis; SHEU, Chwen. **Implementing SPC in a small organization: a TQM approach**. Integrated Manufacturing Systems. Bradford, p. 45 – 51, 1996.

KUMAR, Ashok; MOTWANI, Jaideep. Doing it right the second time. **Industrial Management & Data Systems**. Grand Valley, p. 14 – 16, 1996.

LASTRES, Helena; FERRAZ, João. **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

MACCARTHY, B. L.; WASUSRI, Thananya. A review of non-standard applications of statistical process control (SPC) charts. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Nottingham, v. 19, n. 3, p. 295-320, 2002.

MASON, Ben; ANTONY, Fiju. Statistical process control: an essential ingredient for improving service and manufacturing quality. **Managing Service Quality**. Bradford, v.10, n. 4, p. 233-238, 2000.

MONTGOMERY, Douglas C. A modern framework for achieving enterprise excellence. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 56-65, 2010.

OHASHI, E. A. M; MELHADO, S. B. A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000. In: 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004. **Anais**. São Paulo: USP, 2004.

OWEN, Mal. **SPC and Continuous Improvement**. USA: IFS Publications, 1989.

PAESE, Cíntia. **Estudo de uma Metodologia para Estabilização de Processos**. Porto Alegre, 2000. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade no Processo: A Qualidade na Produção de Bens e Serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.

POWER, Damien; SCHOENHERR, Tobias; SAMSON, Danny. Assessing the Effectiveness of Quality Management in a Global Context. **IEEE Transactions on Engineering Management**. Saint Louis, ano 23, v. PP, n. 99, p. 1-16, 2010.

RAMOS, Alberto; HO, Linda Lee. Procedimentos inferenciais em índices de capacidade para dados autocorrelacionados via bootstrap. **Revista Produção**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 50-62, 2003.

RIBEIRO, José L. D.; CATEN, Carla S. ten; FRITSCH, Celso. Integrated process control. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 444-464, 2001.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla S. ten. **Estatística Industrial**. Porto Alegre, 2000. Série Monográfica Qualidade, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

SCHISSATTI, Márcio Luiz. **Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos**. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistema, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

SLACK, Nigel et al. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. 1 ed., São Paulo: Bookman, 2006.

VALLS, Valéria Martin. O Gerenciamento dos Documentos do Sistema da Qualidade. **Ciência da Informação**. Brasília, v. 25, n. 2, 1995.

WERKEMA, Cristina; AGUIAR, Sílvio. **Análise de Regressão**: Como entender o relacionamento entre as variáveis de um processo. Belo Horizonte: WERKEMA, 1996.