

Otimização do produto: qualidade e redução de custos

João Paulo Souza Perez (UTFPR) perez_jopa@hotmail.com
Paula Ignácio Pinto (UTFPR) paulinha_ttz@hotmail.com
Luciana Maichaki Marçal (UTFPR) lu.marcal@hotmail.com
Prof. Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR) kovaleski@utfpr.edu.br
Andréia Antunes da Luz (UTFPR) andreia-luz@hotmail.com

Resumo:

No cenário de alta competitividade entre as empresas a necessidade pela busca de métodos pela otimização na qualidade de produto tornou-se uma prioridade. A otimização de produtos ou processos envolve trabalhar com múltiplas características de qualidade e objetivo, baseado em estudos que conduzem o desenvolvimento de produtos em processos produtivos buscando uma solução ou um conjunto de soluções positivas para uma determinada função ou conjunto de funções que levem a desenvolver técnicas que definem o processo de otimização.

O uso de técnicas tem como meta a aplicação de métodos quantitativos para melhoria contínua de produtos que contemplam desde a identificação do problema até a otimização de custos e qualidade. É necessário otimizar a linha de produção e processos para adquirir alta qualidade e redução de custos.

As características de qualidade do produto ou processo são aquelas que os engenheiros e os clientes percebem como importantes. Muitas vezes elas podem ser difíceis de serem avaliadas, como por exemplo, o aspecto físico ou estético do produto, durabilidade, entre outros. A alta produtividade da empresa está relacionada diretamente com o valor máximo de satisfação dos clientes ao menor custo. Agindo dessa maneira a empresa torna-se um papel de grande importância para a sociedade, atendendo as necessidades dos clientes com custo reduzido. O lucro sempre foi o objetivo maior de uma empresa, e a qualidade é um meio de aumentar esse objetivo.

Palavras chave: otimização, produto, competitividade, qualidade, variáveis de respostas

Optimization of the product: quality and cost reduction

Abstract

In the highly competitive scenario between the need for companies seeking methods for optimization in product quality has become a priority. The optimization of product or process involves working with multiple quality characteristics and objective, based on studies that lead the product development processes in seeking a solution or a set of positive solutions to be personal function or set of functions that lead to developing technology that define the optimization process.

The use of techniques has as its goal the application of quantitative methods for continuous improvement of products that come from the identification of the problem to the optimization of costs and quality. It is necessary to optimize the production line and processes for acquiring high quality and cost reduction.

The qualities of the product or process are those that engineers and customers perceive as important. Often they can be difficult to assess, for example, the physical or aesthetic product, durability, among others. The high productivity of the company is directly related to the maximum satisfaction of customers at the lowest cost. In doing so the company becomes a major role for the

society, meeting the needs of clients with reduced cost. The profit has always been the ultimate goal of a company, and the quality is a means of increasing that goal.

Key-words: optimization, product competitiveness, quality, response variables

1. Introdução

Atualmente no cenário de alta competitividade entre empresas, a necessidade de busca de métodos pela otimização na qualidade de produto tornou-se uma prioridade. A otimização de produtos ou processos envolve trabalhar com múltiplas características de qualidade e objetivo, baseado em estudos que conduzem o desenvolvimento de produtos em processos produtivos. Otimização consiste em encontrar uma solução ou um conjunto de soluções ótimas para uma determinada função ou conjunto de funções. O número de funções e variáveis está diretamente ligado a dificuldade de determinar as soluções ótimas, havendo a necessidade de desenvolver técnicas que definem o processo de otimização.

O uso de técnicas tem como objetivo a aplicação de métodos quantitativos para melhoria contínua de produtos. As etapas do processo contemplam desde a identificação do problema até a otimização de custos e qualidade. É necessário otimizar a linha de produção e processos para adquirir alta qualidade e redução de custos. A má qualidade de um produto gera custos, que necessita reavaliação para reduzir esses custos e assim obter uma melhor qualidade.

Por meio de métodos e técnicas, deve-se formular estratégias para otimização de produtos, métodos esses que seguem etapas básicas como exemplo: identificar o problema, definir objetivos, coletar e analisar dados, planejar a execução e testes experimentais e implementação das conclusões obtidas.

Para a determinação dessas etapas do processo é necessário compreender alguns conceitos, como qualidade, parâmetros de processo, ruídos, vulnerabilidade, variáveis de respostas etc.

As características de qualidade do produto ou processo são aquelas que os engenheiros e os clientes percebem como importantes. Muitas vezes elas podem ser difíceis de serem avaliadas, como por exemplo, o aspecto físico ou estético do produto, durabilidade, entre outros. O critério de qualidade está relacionado com a preferência do consumidor pelo produto da empresa. Para isso, as organizações devem produzir produtos e serviços capazes de atenderem as necessidades dos seus clientes. A alta produtividade da empresa está relacionada diretamente com o valor máximo de satisfação dos clientes ao menor custo. Agindo dessa maneira a empresa torna-se um papel de grande importância para a sociedade, atendendo as necessidades dos clientes com custo reduzido. O lucro sempre foi o objetivo maior de uma empresa, e a qualidade é um meio de aumentar esse objetivo.

1.1 Nomenclatura científica.

As variáveis de respostas são variáveis escolhidas para quantificarem as características de qualidade de interesse dos clientes e engenheiros.

Parâmetros do processo são aspectos do produto que podem ser controlados pelos engenheiros e que possivelmente possam ter algum efeito sobre a variável de resposta. Aspectos esses como fatores controláveis e também os fatores constantes dos parâmetros do processo que não serão estudados no experimento, ou seja, serão mantidos constantes durante toda a execução do experimento, não afetando o resultado do mesmo.

Ruídos são fatores não controláveis, ou seja, não podem ser controlados pelos engenheiros durante o experimento, por isso são responsáveis pelo erro experimental. Os

termos fatores não controláveis, fatores de ruído ou ruído são sinônimos. Os fatores de ruídos produzem variações que o produto opere com valores de características de qualidade distantes dos valores específicos. Segundo Almeida & Toledo (1989), os fatores de ruído podem ser enquadrados em três tipos: ruído exterior, ruído interior e ruídos de produção (entre produtos). Os ruídos externos são provocados por condições de uso do produto ou pelo ambiente. Os ruídos internos estão associados a características do produto que se alteram durante o uso ou estocagem. Os ruídos da produção correspondem à variabilidade entre unidades do produto manufaturado sob as mesmas especificações, decorrentes de variabilidade no processo de manufatura.

2. Desenvolvimento

O método utilizado segue o seguinte esquema:

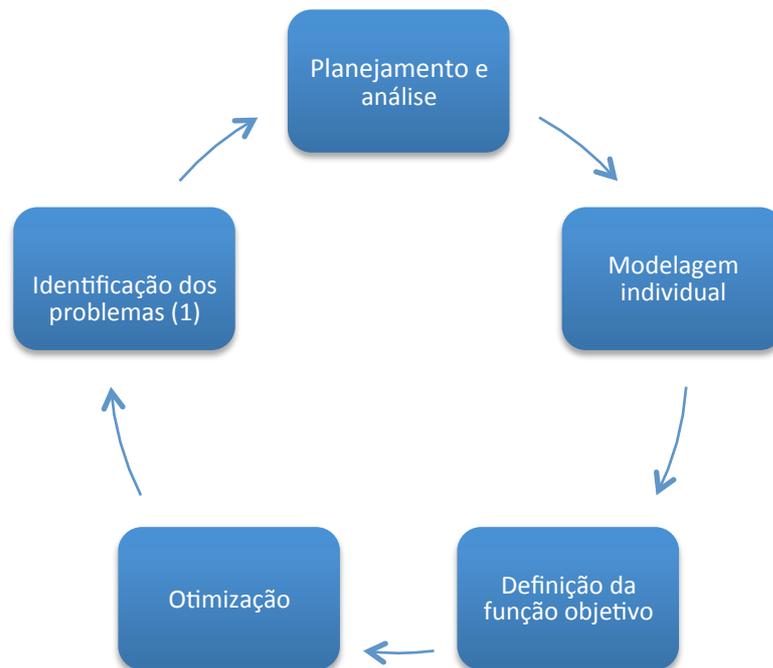


Figura 1 – Etapas do processo de otimização

São 5 (cinco) etapas do processo de otimização:

a) Definição de objetivos e identificação de problemas;

Essa etapa é de extrema importância para se definir o objetivo, deve-se obter o máximo de informações sobre o problema estudado, identificando o caso com clareza, ou seja, deve ser descrito com amplos detalhes, conclusões não devem partir de uma única pessoa, mas sim de outras com visões semelhantes ou diferentes. O produto a ser otimizado, deve atender o máximo as exigências dos clientes, portanto a prioridade é conhecer as características dos mesmos.

Pesquisas, entrevistas, e conhecimento de mercado são essenciais para essa etapa. Opiniões ajudam na coleta de dados para que no futuro ajudem a implementação de soluções. Mapear enfatizando as prioridades, quantificadas e qualificadas, por meio de pesos ou valores, determinar pontos fortes e fracos nas condições internas da empresa, verificar condições externas como oportunidades e ameaças. Com essa coleta de dados é possível identificar quais as características de qualidade determinados pelos interesses dos clientes, por

meio dessa identificação de características deve promover-se variáveis para quantificá-las. Atribuir um peso para cada uma das variáveis de resposta, ponderando a importância relativa daquela variável sobre a qualidade do produto como um todo.

A partir dessas identificações, deve-se colocar em uma matriz todas essas condições internas e externas e fazer o cruzamento para analisar as condições em que a empresa se encontra e suas perspectivas de mudanças e crescimento. A determinação desses objetivos são necessários para se iniciar o processo, apenas após sua definição podemos começar a montar um esboço de planejamento. Pode-se ainda desenvolver uma estrutura que permite reunir, organizar e arquivar as informações existentes sobre as variáveis em estudo.

A otimização visa aumentar o lucro, reduzir custos e chegar ao mais próximo da satisfação do cliente.

b) Planejar e analisar as identificações;

Nessa fase do processo deve-se observar os dados identificados no item anterior, de uma forma mais técnica, baseada em conhecimento científico, e não apenas conhecimento empírico. A análise de problemas que podem afetar as variáveis devem ser revistas.

É importante observar que a análise de dados pode levar a resultados diferentes. Observar as conclusões imediatas ou os fatores controláveis que podem ser controlados pelo Engenheiro, que é a pessoa capaz de liderar a otimização do processo produtivo. Esta análise permite desenvolver métodos que possibilitem uma margem de oscilação. Assim, se os fatores sofrerem pequenos desvios do seu nível otimizado, as variáveis de respostas do produto ou processo, não irão interferir no produto final, ou seja, a qualidade do produto vai ser a mesma quando os fatores controláveis não estiverem fixados em seus níveis ótimos.

O objetivo na otimização do produto é obter o controle dos níveis de fatores, que muitas vezes podem entrar em conflito, desta forma alcançar a qualidade e a redução de custos. Esse controle proporciona não só uma redução de custos devido a má qualidade do produto, mas também a redução de custos no processo de fabricação do mesmo.

Um dos fatores importantes a ser analisados nesse processo é a identificação de ruídos ou variabilidade, que são fatores não controláveis que podem ter efeitos sobre as variáveis de respostas. Eles não podem ser fixados a um nível constante, pois são fatores como temperatura do ambiente, umidade, etc. Se os fatores de ruído forem muito influentes, eles são chamados de “fatores de riscos”, podendo gerar algum tipo de erro dificultando a avaliação dos valores significativos dos fatores controláveis, gerando algum tipo de resultado não esperado. Por isso, o objetivo do engenheiro é determinar métodos para reduzir o impacto dos fatores de ruídos, métodos esses que podem ser blocagem, análise estratificada, análise de covariância entre outras.

Por meio das identificações, se houver interações entre os fatores controláveis, esses dados devem passar por estudos, para a escolha de um modelo de implementação. Deve-se obter os máximos detalhes sobre os fatores, com máxima resolução possível, assim se tem maior precisão na estimativa desses efeitos. A coleta desses fatores deve ser ampla cobrindo toda a área operacional, que possibilitem tais efeitos observáveis. Entretanto, essa margem não pode interferir no ajuste de qualquer modelo empírico da região mapeada. A escolha dos níveis dos fatores controláveis deverá produzir um efeito sobre alguma variável de resposta que fosse superior a um desvio padrão de sua variação no uso comum. Esse efeito é suficientemente grande para ter consequência prática e detectar se os erros de medição são desprezíveis.

A estimativa devem ser obtidas antes da realização do experimento, pois valores de alta

vulnerabilidade indicam a significância dos fatores que afetam a variável de resposta podendo até não ser identificada. Antes da realização do processo experimental, se houver algum fator não planejado, eles devem ser anotados e revistos.

Mapear fatores que geram algum efeito sobre o processo, ajuda a identificar, e solucionar essas falhas que afetam no desempenho produtivo. Esse mapeamento deve levar em conta todos os aspectos, inclusive outras restrições, tais como, financeira ou técnica. Nem sempre é possível minimizar funções de várias variáveis por meio de uma solução analítica. Surgem, então, métodos numéricos, baseados em um modelo de algoritmo com buscas direcionais, que visam tal objetivo.

O mapeamento e otimização de processos constituem uma eficiente ferramenta para a redução e otimização de custos operacionais da organização. A identificação dos processos e o mapeamento ajuda a compreensão com maior facilidade dos processos para desempenhar melhor suas atividades. Essa técnica permite a redução de tempo gasto em cada atividade, reduzindo também gastos identificando alternativas que substituem outros processos que geram custos.

Os fatores constantes são aqueles que não são estudados, dessa forma, são mantidos constantes durante a execução do experimento, não tendo influencia alguma sobre os resultados, reduzindo a dimensão do experimento e o erro experimental.

De forma geral, o planejamento consiste em identificar os parâmetros que afetam as variáveis de respostas, por meio de conhecimento técnico. Todos aqueles parâmetros que possam afetar as variáveis devem ser checados, além de identificar os fatores principais e secundários. Os fatores principais são aqueles que podem ser controlados pelos engenheiros e que tem algum efeito sobre as variáveis de resposta. Já os fatores secundários podem exercer efeito sobre as respostas, não sendo possível em muitos casos mantê-los constantes, que são aqueles que podem ser controlados, mas que não tenham efeito significativo sobre as variáveis de respostas.

Identificar fatores de ruídos, que são fatores não controlados, podem ter alguns efeitos sobre as variáveis de respostas, que não podem ser fixados como constantes, com finalidade de diminuir seus efeitos, que são importantes na escolha do modelo estatístico.

Verificar o intervalo de estudo entre os fatores controláveis, afim de permitir a investigação de toda região de interesse, considerar as restrições experimentais, avaliar vantagens e desvantagens, estimar a variabilidade de variáveis de respostas para assim definir o modelo experimental a ser utilizado.

A dificuldade desse processo é a presença de múltiplas variáveis de respostas, com múltiplos objetivos. A otimização visa determinar níveis ótimos dos fatores controláveis do produto e processo, de modo otimizar conseqüentemente as variáveis de respostas e os diferentes objetivos de interesse entre o fabricante e o consumidor. A otimização proporciona qualidade associada a redução de custos.

c) Modelagem individual das variáveis de respostas.

Após obtenção dos dados analisados, é a vez de fazer uma análise estatística, modelando cada variável individualmente de respostas sobre os fatores controláveis. Essa modelagem pode ser feita utilizando programações lineares e não lineares, incluindo efeitos principais, de interações entre os fatores controláveis.

Os modelos possibilitam identificar fatores que interferem nas variáveis de respostas, permitindo quantificar o efeito dos fatores controláveis, concluindo assim valores sobre fatores que exercem maior efeito sobre essas variáveis. O conjunto de variáveis de respostas

pode ser modelada em função das funções controláveis. Com isso, possibilita o ajuste dos fatores controláveis em níveis que minimizem a variabilidade.

Essas estimativas permitem identificar os tratamentos aos ruídos, ou seja, menos sensíveis aos efeitos dos fatores não controlados. Estimativas de valores médios poderão ser postas na função objetivo utilizada no futuro para otimização do processo e produto. Os valores médios possibilita erro de estimativa menor pois trabalham com valores médios e não com valores individuais. Logo, o erro na estimativa da perda associada a um certo tratamento é menor.

A modelagem individual possibilita um maior conhecimento do processo, além de reduzir erros. Essa etapa qualifica a otimização, por meio das análises e identificação de fatores, esses modelos podem obter tendências para que se tenha previsões. Os fatores controlados passados por seleção de nível de efeitos sobre as variáveis de respostas, são escolhidos por questões de viabilidade econômica. Dessa maneira se maximiza a qualidade por meio dos fatores controláveis com efeitos significativos e minimiza os custos através de fatores controláveis que não tenham efeitos significativos.

Outra vantagem consiste em fazer estimativas dos valores das variáveis de respostas para qualquer nível de intervalo como interpolação e extrapolação.

d) Definir a função objetivo;

Com a modelagem individual pode-se quantificar o efeito dos fatores controláveis sobre cada variável de resposta. Podendo desta forma, identificar o nível ótimo dos fatores controláveis para cada variável de resposta separadamente. O ajuste de fatores controláveis nem sempre tem o valor ideal, assim pode haver conflito, sendo necessário fazer a otimização das variáveis de respostas. A otimização global consiste em identificar o ajuste dos fatores controláveis que otimiza as variáveis de respostas de interesse do cliente. Essa otimização implica na qualidade do produto final.

A qualidade tem influência direta na otimização global consistindo em três objetivos básicos. O primeiro, consiste em produzir um produto com variáveis de resposta o mais próximo possível do seu valor ideal, ou seja, dos valores especificados no projeto, os quais devem coincidir com a demanda dos consumidores. O segundo objetivo, consiste em maximizar a forçados fatores de ruído, ou seja, escolher níveis dos fatores controláveis que minimizem a variabilidade devido ao efeito dos fatores de ruído (temperatura, umidade, etc.). Isso significa dizer que o produto será robusto e terá um bom desempenho, mesmo quando submetido a condições adversas do meio. O terceiro objetivo, consiste em tornar o processo forte às oscilações nos próprios fatores controláveis, pois, muitas vezes, é difícil manter os fatores controláveis fixos em seus níveis pré-determinados na linha de produção. Robustez em relação aos fatores controláveis significa obter ajustes que fornecerão valores adequados das variáveis de resposta mesmo quando ocorrem oscilações em torno do ajuste definido.

A função objetivo, também conhecida como função desempenho, é a função que deve ser otimizada, pois define o quanto a solução codificada pelo engenheiro está apta para resolver o problema em estudo. A fórmula da função objetivo varia de acordo com o problema.

e) Otimização.

Etapa final, que consiste em identificar o ajuste que melhor atende simultaneamente o conjunto de variáveis de resposta. O nível ótimo é aquele que decorre na menor perda e pode ser obtido por meio de programação linear ou não linear. Uma análise gráfica é importante, pois por meio dela é possível observar o comportamento da função objetivo dentro do intervalo dos fatores controláveis. Com isso, pode-se visualizar regiões de mínima e máxima perda e a natureza de possíveis interações entre os fatores controláveis. Quanto maior o

número de fatores controláveis maior o número de gráficos a ser plotado.

Também é possível fazer a análise de sensibilidade que é um método de decisão aplicado em um estudo técnico de caráter financeiro com o objetivo de determinar qual a viabilidade ou sucesso de um determinado projeto, seja ele de investimento ou de reorganização empresarial. Os aspectos relacionados com o lançamento de um novo produto ou mesmo a previsão do eventual sucesso num novo mercado. Esta análise e, conseqüentemente, a sua conclusão é fundamental para a tomada de decisão de um gestor ou investidor voltado ao interesse de um determinado investimento.

A avaliação da sensibilidade faz-se por meio de simulações possíveis para diferentes variáveis do projeto que constituem maior incerteza no futuro, em regra, varia-se o preço e/volume das vendas, alguns custos, taxas de câmbio e as condições de financiamento do projeto, tais como taxas de juro e prazos, determinando-se o impacto de tais alterações na rentabilidade do projeto.

Para isso, altera-se um fator controlável dentro do intervalo ensaiado no experimento, enquanto mantêm-se os demais fatores fixos no ajuste ótimo, e calcula-se o valor da função de perda. Esse tipo de análise gráfica é recomendável quando o estudo contempla muitos fatores controláveis. No entanto, a análise de sensibilidade não permite identificar interações entre os fatores controláveis, pois o efeito de um fator controlável sobre a função de perda é calculado enquanto os demais fatores estão fixos em seus ajustes ótimos.

A otimização é gerada em torno do ciclo PDCA:

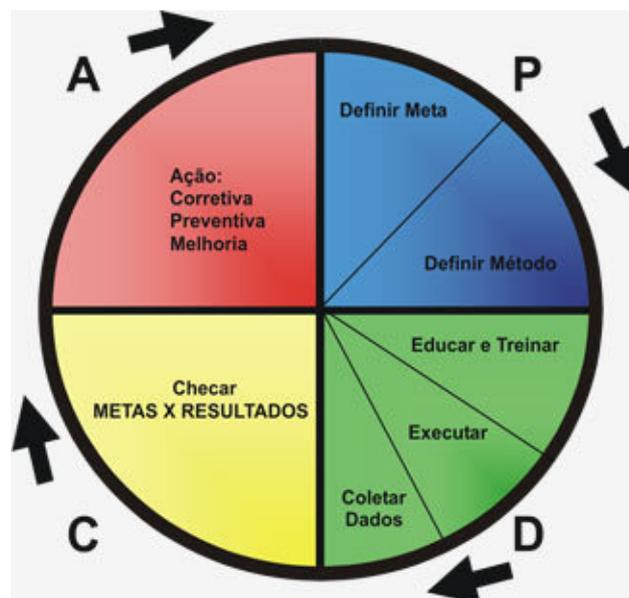


Figura 2 – Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, inicia com o (P) de planejamento, é a fase onde se efetua a análise e diagnósticos dos problemas, bem como a definição de metas e métodos.

Apos isso são formulados planos para a execução (D) das melhorias dos processos e estabelecer indicadores de desempenho, coletar dados, educar e treinar.

O controle (C) como o próprio nome diz, faz o controle dessa etapas anteriores, checando metas e resultados.

(A) significa ação, agir de modo visar a melhoria do processo, corrigindo falhas e evitar erros constantes. Através de métodos analíticos, e capacitação dos colaboradores.

3. Conclusão

A alta competitividade entre as empresas nos dias atuais, as obrigam a estar sempre inovando e implementando novas linhas de produção. Essa competitividade se dá devido a alguns fatores como homogeneidade de produtos e acesso as mesmas tecnologias.

A otimização de processos e produtos, permite melhorar a qualidade e reduzir custos do produto em geral. O objeto em questão de alta qualidade é aquele que atente ao máximo as expectativas do cliente. Uma empresa que visa crescimento tem de ter baixos investimentos e alta lucratividade, uma das alternativas de adquirir isso é a otimização do produto.

Esse artigo descreve as etapas e métodos quantitativos e qualitativos para melhoria contínua de produtos que contemplam desde a identificação do problema até a otimização de custos e qualidade.

4. Referências

Ribeiro, J. L. & Elsayed, E. A. A gradient loss function for process optimization. *IE Working Paper*, p. 1-23, Department of Industrial Engineering, Rutgers University, USA, 1993.

Almeida, H. S. & Toledo, J. C. Métodos de Taguchi; Qualidade voltada para o projeto do produto e do processo. *Revista de administração*, v. 24, n. 4, p. 62-6, 1989.

CATEN, Carla S. Ten; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Etapas na Otimização Experimental de Produtos e Processos: Discussão e Estudo de Caso.** Disponível em: <<http://www.revistaproducao.net/arquivos/websites/32/v06n1a03.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2011.

CATEN, Carla S. Ten; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Etapas na Otimização Experimental de Produtos e Processos: Discussão e Estudo de Caso.** Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1435/000129732.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 out. 2011.

CONSULTORES, Bessa. **Mapeamento.** Disponível em: <<http://www.bessa-consultores.com/products>>. Acesso em: 14 out. 2011.

LTDA, Hudson's. **Modelo PDCA.** Disponível em: <<http://www.hudsons.com.br/5243/5306.html>>. Acesso em: 15 out. 2011.

