

CONFIABILIDADE NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

*Renato de Paula Freitas Pereira¹
José Luiz Fernandes²
Leydervan de Souza Xavier³*

Resumo

As tecnologias seguem ciclos de vida, cuja representação gráfica faz-se por uma curva tipo “S”, onde no eixo das ordenadas, encontra-se o desempenho da tecnologia estudada, enquanto que no eixo das abscissas é colocado o tempo, ou a soma dos investimentos de P&D. Esta representação permite compreender a oposição entre a inovação radical, que pode causar ruptura nas competências e a incremental, que gera melhorias progressivas no processo ou produto. A inovação radical não é natural e deve ser provocada no âmbito de uma estratégia para a reconquista da vantagem competitiva acompanhada de um processo de transição tecnológica que assegure a confiabilidade do processo produtivo em curso. Mesmo com uma ruptura tecnológica instalada o atendimento aos clientes deve ser ininterrupto. Este trabalho analisa o processo de transição causado pela inovação radical, sustentada com fundamentos estatísticos de confiabilidade, gerando uma base teórica para emprego em aplicações de desempenho futuros e potenciais de tecnologias em desenvolvimento.

Palavras-chave: Inovação tecnológica; Transição; Confiabilidade de processo produtivo.

60º Congresso da ABM, Rio de Janeiro, 25-28 de julho de 2005 – Belo Horizonte - MG

¹ Engenheiro Eletricista, Analista de Capacidade, Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação – CEFET-RJ– renatodepaulaf@yahoo.com.br

² Engenheiro Mecânico, D.Sc., Professor Associado, Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação – CEFET-RJ– jlfernandes@cefet-rj.br

³ Engenheiro Mecânico, D.Sc., Professor Associado, Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação – CEFET-RJ– xavierls@cefet-rj.br

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Mesmo havendo inúmeras definições para a inovação tecnológica, dificilmente se engloba em uma única abordagem a totalidade das suas formas, uma vez que inovações podem ser de naturezas (produto, método ou processo), de origens (em nova técnica ou de marketing) ou de amplitudes (incrementais ou radicais) completamente diferentes.

Uma abordagem inicial à noção de inovação, faz a distinção de perspectiva estática ou dinâmica. Na primeira, cujo interesse está nas diversas formas de inovação existentes, utiliza-se classicamente uma distinção entre as naturezas da inovação e os seus diferentes graus. Na segunda, para descrever a sucessão das inovações nos setores industriais, os fenômenos de ruptura e as estratégias adotadas pelas empresas inovadoras, recorre-se ao conceito do ciclo de vida das tecnologias.

Pela visão estática, a classificação das inovações refere-se ao seu domínio de aplicação, distinguindo a inovação de produto da inovação de método/processo.

A inovação de produto consiste em oferecer um produto, ou um serviço, que apresenta pelo menos uma novidade em relação às ofertas existentes e que seja percebido como tal pelo mercado visado. A inovação de método/processo consiste numa transformação dos processos industriais e métodos levados a efeito para conceber, realizar e distribuir os produtos e serviços.

Segundo Loilier e Tellier (1999), observa-se uma tendência de sucessão entre as inovações de produto e de método. O nascimento de uma indústria começa geralmente por uma fase fluida durante a qual as necessidades dos consumidores ainda estão mal delimitadas. Com a investigação, as melhores soluções são propostas ao mercado e assim as empresas multiplicam as inovações de produto, sem verdadeiramente considerar por que melhorar os processos industriais. Progressivamente, as firmas presentes vão orientar-se para escolhas técnicas comuns e uma configuração de produto vai se impor. Nesta fase de transição, as inovações relativas aos processos de produção vão multiplicar-se porque o desafio torna-se o aumento dos volumes fabricados, para se beneficiar de custos unitários de produção mais baixos. Assiste-se assim à especialização que cresce no instrumento de produção e a indústria avança gradualmente para a fase sistemática, como mostrado na Figura 1.

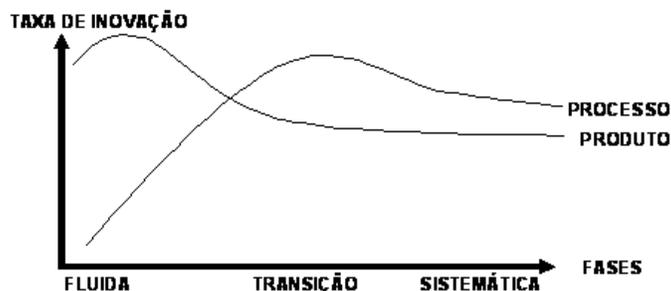


Figura 1. Fases da inovação dentro de uma Indústria

Na fase sistemática a rentabilidade e a amortização dos investimentos industriais já realizados tornam-se prioridades. O custo de uma mudança de método de fabrico torna-se proibitivo e as empresas tendem se enrijecer contendo as suas capacidades de inovações e tornando-se vulneráveis quanto à perda de posição no mercado, caso surja alguma tecnologia inovadora.

Considerando os reflexos no sistema produtivo, observa-se que a nova tecnologia vem viabilizar o atendimento de necessidades que superem as expectativas dos clientes como vantagem competitiva. Tais necessidades, uma vez determinadas, são, necessariamente, desdobradas em características do novo produto que as atendam. As características de produto são então desdobradas em novas características a serem instaladas no processo de forma que ele resulte na sua saída o produto que intencionalmente atende às necessidades do cliente, seguindo dessa forma o “Mapa Rodoviário do Planejamento da Qualidade” [Juran, 1997].

Uma outra forma de classificar a inovação tecnológica é distinguir as inovações significativas, de impacto considerável no mercado e na concorrência, das simples melhorias. Esta classificação de inovações baseia-se na intensidade tecnológica da mudança introduzida referindo-se à inovação de ruptura, ou radical, em oposição inovação à progressiva, ou incremental.

A inovação radical consiste em utilizar novos conhecimentos ("know-how") para aumentar os desempenhos dos produtos/serviços. O esforço de inovação, neste caso, concentra-se no desenvolvimento e/ou utilização de tecnologias novas.

A inovação incremental, ou relativa, consiste numa melhoria progressiva dos desempenhos (insumos, custos) de produto/serviço existente e não exige novos conhecimentos ou ("know-how"). Este tipo de inovação é freqüente, e representa uma seqüência de aprendizados e suas aplicações sobre uma tecnologia dada. Assim sendo, seu impacto técnico é comumente modesto e, em contrapartida, é extremamente interessante financeiramente porque os riscos incorridos permanecem em níveis aceitáveis.

Certas inovações, que se mostram pequenas a curto prazo, podem revelar-se inovações essenciais quando avaliadas no fim de um processo de evolução. Do mesmo modo, inovações incrementais num dado domínio podem ter um valor radical num outro domínio.

CICLO DE VIDA DA TECNOLOGIA

Admitindo-se que as tecnologias seguem ciclos de vida, elas passam por fases de nascimento, de crescimento, de maturidade e de envelhecimento (estagnação) compondo um ciclo cuja representação gráfica faz-se por uma curva de “S”. No eixo das ordenadas do gráfico, encontra-se o desempenho da tecnologia estudada enquanto que no das abscissas é colocado o tempo, ou de maneira mais rigorosa, a soma dos investimentos de P&D. Este ciclo permite observar a oposição entre inovação radical e incremental, e caracterizar os dilemas tecnológicos subjacentes. A empresa pode inovar por melhoria ou por substituição de uma tecnologia utilizada no produto ou no seu fabrico. A inovação incremental consiste em prolongar e subir a curva em S enquanto a inovação radical consiste em escolher uma nova tecnologia e lançar-se em outro ciclo de vida de tecnologia, este fato pode ser observado na Figura 2. [AÏT-EL-HADJ, 1989].

A primeira fase, que corresponde à emergência da tecnologia em questão, caracteriza-se, geralmente, por numerosos ensaios, tentativas e erros e eficácia limitada nos resultados. Os desempenhos futuros e o leque das aplicações potenciais da tecnologia em desenvolvimento são ainda pouco conhecidos. Esta fase experimental, em que a natureza do trabalho da equipe de pesquisa é essencialmente científica, é caracterizada por um forte grau de incerteza técnica.

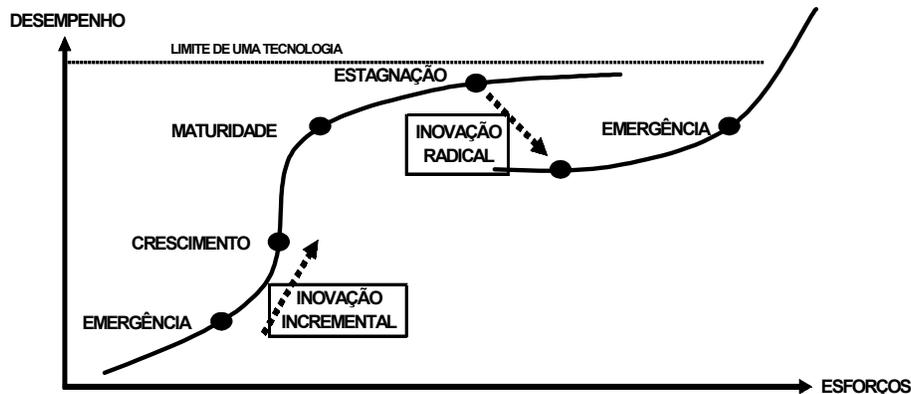


Figura 2. Ciclo de Vida da Tecnologia

A partir da segunda fase, a exploração da tecnologia começa a traduzir-se em produtos novos comercializados. As aplicações potenciais doravante são melhor conhecidas, as vias de evolução são estabelecidas e o trabalho efetuado em P&D refere-se cada vez mais ao desenvolvimento das aplicações em engenharia. A tecnologia pode representar então uma importante fonte de vantagem competitiva porque poucos, ou talvez um único, atores do mercado a dominam. Na medida em que se avança sobre a curva de ciclo de vida, os investimentos em P&D passam a ser maiores para progressos cada vez menores.

Na fase de maturidade a tecnologia passa a ser adotada progressivamente pelo conjunto de atores do setor, tornando-se uma tecnologia básica, necessária para a atividade. Alcançada a fase de estagnação, os progressos são cada vez mais raros e cada vez mais caros. Os desempenhos se aproximam do máximo teórico, a tecnologia chega aos seus limites. Esta última fase da evolução da tecnologia é onde se releva o problema da inovação: é necessário mobilizar recursos para tentar deslocar ainda o limite da tecnologia considerada ou lançar-se à uma ruptura, procurando uma nova maneira de suprir as necessidades e liderar o mercado?

A utilização do ciclo de vida como instrumento de gestão da inovação requer o estabelecimento de um inventário das tecnologias utilizadas, exercício difícil devido à complexidade das tecnologias, a possíveis combinações de tecnologias em fases diferentes dos seus respectivos ciclos de vida e ao grau variável de detalhamento com o qual pode ser realizado.

CONFIABILIDADE DESDE O PROJETO

O ciclo de vida do produto, de forma mais abrangente, pode ser descrito como um conjunto de etapas, que englobam desde o desenvolvimento da tecnologia, denominadas: necessidades do mercado; planejamento do produto; processo de projeto; produção; consumo e descarte. Vários atributos devem ser considerados no desenvolvimento do produto, alguns são mais utilizados em determinadas etapas do ciclo ou em algumas fases de cada etapa. Especificamente, o atributo confiabilidade deve ser considerado em todas as etapas do ciclo de vida [Dias, 2002].

O processo de projeto é a etapa do ciclo de vida que faz uso das informações organizadas na etapa do planejamento do desenvolvimento para sua transformação em produto, incluindo todas as fases. Uma vez que a confiabilidade de um produto é algo que vem do estágio de projeto, pois para um produto em produção, ou já distribuído, praticamente pouco pode ser feito para a sua melhoria, é necessário

considerar os parâmetros e variáveis aleatórias, inclusive com tratamento probabilístico, relativos a todas as etapas no projeto [Lafraia, 2001].

Entre muitas definições, confiabilidade pode ser descrita como a probabilidade de um item desempenhar uma determinada função, de forma adequada, durante um intervalo de tempo, sob condições especificadas. Comumente, a confiabilidade, por ser caracterizada pela probabilidade do produto cumprir sua função ao longo do ciclo de vida, é confundida com qualidade, uma vez que tem relação com o padrão de desempenho do produto. No entanto, confiabilidade deve conter quatro fatores fundamentais: probabilidade; comportamento adequado; período de uso; e condições de uso, [Dias, 2002]. Estes fatores devem ser considerados integralmente em cada etapa do ciclo de vida do produto, em especial no processo de projeto, bem como na garantia da confiabilidade, e são descritos a seguir:

1) a probabilidade expressa a possibilidade de ocorrência de um evento. Assim sendo, depende do problema existente e das condições de contorno estabelecidas para determinar uma fórmula, ou uma técnica, a ser utilizada. A dificuldade da consideração dessa estrutura ocorre principalmente nas primeiras etapas do desenvolvimento do produto e, praticamente, em todas as fases do processo de projeto, quando não se dispõe de informações em quantidade e qualidade estatisticamente representativa do evento em foco;

2) o comportamento adequado refere-se a um padrão, um referencial a ser atingido ou já definido anteriormente. Nos casos em que se dispõe de informações, o padrão é estimado a priori. No caso da não existência de dados, se estabelece uma meta a ser alcançada a posteriori. O padrão pode ser obtido através de marketing, de normas técnicas, ou compulsórias, de exigências contratuais ou comportamento histórico em similares;

3) o período de utilização, que pode ser expresso em função do tempo, é analisado a partir da premissa básica de que a falha ocorrerá mais cedo ou mais tarde. Constitui-se de informações que representam a expectativa do mercado em relação à vida do item. Com base nesse fator, o projetista busca soluções relacionadas com métodos de análise e adota técnicas como de redundância e de colocação de sensores para predição de falha e recomendações quanto a rotinas de manutenção;

4) a condição adequada de uso refere-se à conformidade do ambiente operacional com aquele inicialmente estabelecido em projeto. Essa condição deve ser bem definida, dado que o sucesso de um evento pode não ocorrer se as premissas anteriormente estabelecidas forem alteradas. Por se tratar da etapa de uso, ou operação, envolve aspectos técnicos e humanos como formação e capacitação.

A análise do ciclo de vida do produto ou sistema envolve a avaliação dos custos durante todo o seu período de vida [Pasetto, 2002]. O custo do ciclo de vida leva em consideração os investimentos em desenvolvimento, aquisição, uso, operação, manutenção e descarte e é significativamente afetado por questões de confiabilidade como frequência de falha e tempo para reparo. Para o fabricante aumentar a confiabilidade de um produto, são necessários maiores investimentos nas fases de projeto e fabricação, aumentando os custos de pré-venda. Por outro lado, um investimento menor em projeto e fabricação pode comprometer a confiabilidade do produto quando em uso aumentando os custos com garantia. Uma vez que o custo total do produto não inclui apenas os valores até o momento em que ele sai da fábrica, mas também todos os custos relacionados ao atendimento da garantia, à troca de partes defeituosas, à perda de clientes e de vendas futuras

devido a experiências com produtos não-conformes, torna-se necessário obter uma condição de equilíbrio no menor custo total. Como se observa na Figura 3, ajustando-se a confiabilidade ao nível ótimo, o custo total do produto é mínimo.

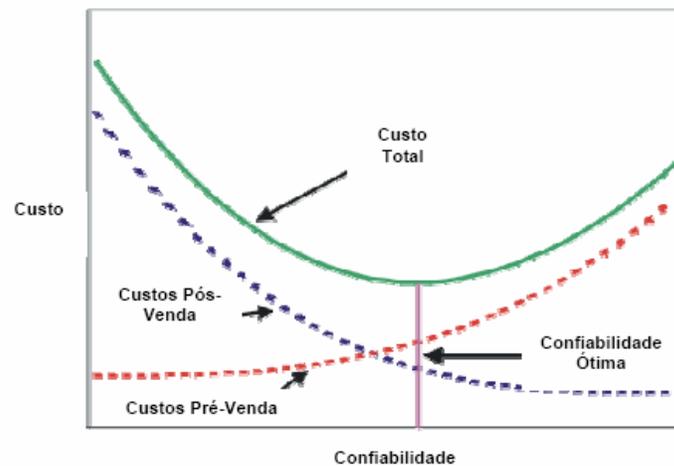


Figura 3. Confiabilidade e custo total do produto.

A maioria dos produtos apresenta um comportamento de falhas característico, conhecido como a “curva da banheira” apresentada na Figura 4. Os produtos apresentam altas taxas de falhas no início do uso, normalmente devido a problemas de fabricação, mão-de-obra, pobre controle de qualidade, etc. Essa taxa de falha inicial reduz com o tempo e apresenta um comportamento constante durante a vida útil do produto. Após este período, as taxas de falhas tendem a aumentar rapidamente com o desgaste natural do produto (Lafraia, 2001).

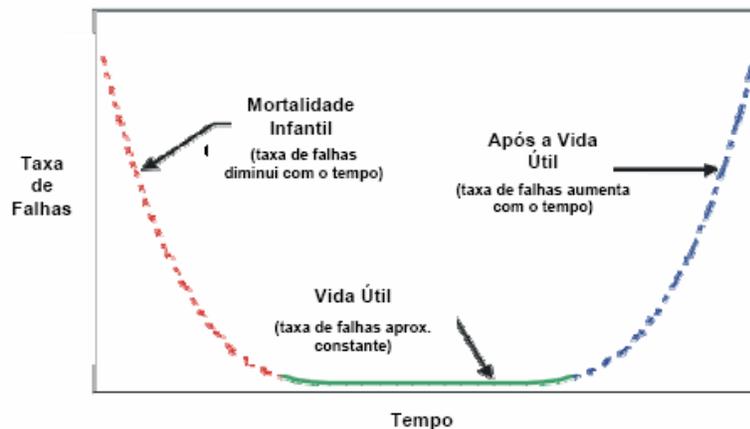


Figura 4. A “Curva da Banheira”.

A distribuição de Weibull, tem grande versatilidade na medida em que basta ajustar os seus parâmetros de forma β , de posição γ e de escala η , para assumir as formas características de outros tipos de distribuição. Conseqüentemente é uma das distribuições mais utilizadas na modelagem de tempos até a falha segundo Pasetto (2002). A função densidade de probabilidade para o modelo de Weibull é apresentada na equação 1.

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp - \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta} \quad (1)$$

Onde, t

- instante no ciclo de vida do produto no qual se deseja obter predições do nível de confiabilidade; γ é o parâmetro de localização; β é o parâmetro de forma e η é o parâmetro de escala.

Mudanças nos valores do parâmetro de forma β ajustam o formato da distribuição de Weibull ao de outras distribuições. A Figura 5 apresenta possíveis valores de β , que provocam diferentes formas da distribuição de Weibull, para representar distribuições de probabilidade distintas. Observando-se a “curva da banheira”, os valores de β e as taxas de falhas características das etapas do ciclo de vida do produto são: $\beta=0.5$ na fase inicial, de mortalidade infantil, com taxa decrescente; $\beta=1$ corresponde à etapa de vida útil, quando a taxa de falhas é constante; e $\beta=3$ na fase final, quando o desgaste provoca uma taxa de falhas crescente.

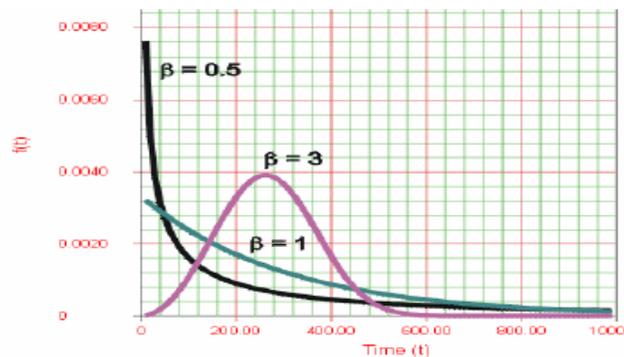


Figura 5. Parâmetro de forma.

No caso especial da etapa de vida útil, com a taxa de falhas constante, o que faz $\beta=1$, a função de Weibull é simplificada a uma distribuição exponencial. Considerando-se também $\gamma=0$, obtém-se:

$$f(t) = \frac{1}{\eta} \exp^{-\frac{t}{\eta}} = \lambda \exp^{-\lambda t} \quad (2)$$

$$F(t) = \int_0^t \lambda \exp^{-\lambda x} dx = 1 - \exp^{-\lambda t} \quad (3)$$

$$R(t) = 1 - [1 - \exp^{-\lambda t}]$$

$$R(t) = \exp^{-\lambda t} \quad (4)$$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\lambda \exp^{-\lambda t}}{\exp^{-\lambda t}} = \lambda \quad (5)$$

Em uma configuração em série, um fracasso de qualquer componente resulta em fracasso para o sistema inteiro. Por exemplo, um computador pessoal pode ser decomposto em quatro subsistemas básicos: a placa-mãe, o disco rígido, a fonte de alimentação e o processador. Estes componentes operam em série de forma que falhas em quaisquer destes subsistemas causam a queda do sistema. Dessa forma, segundo Lafraia (2001) o funcionamento do sistema depende da plena capacidade de cada componente, ou seja, todas as unidades em um sistema em série têm que ter sucesso para o sistema ter sucesso. Assim sendo, a confiabilidade de um sistema em série com n componentes, quando os componentes são independentes,

ou seja, a falha em um componente não provoca falhas nos demais, é expressa pela probabilidade abaixo:

$$R_S = P(E_1) P(E_2) P(E_3) \dots P(E_n)$$

$$R_S = \prod_{i=1}^n P(E_i) = \prod_{i=1}^n R_i \quad (6)$$

Onde,

R_S , E_i , $P(E_i)$ representam a confiabilidade do sistema em série, o evento do componente i operante e a probabilidade do evento E_i ocorrer, respectivamente.

Sendo que ao longo da vida útil, quando a taxa de falhas é constante, os tempos até a falha dos componentes, e do sistema, têm distribuições exponenciais.

$$R_S = \exp^{-\lambda_1 t} \cdot \exp^{-\lambda_2 t} \dots \exp^{-\lambda_n t}$$

$$R_S = \exp^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t}$$

$$R_S(t) = \exp \left[- \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i \right) t \right] \quad (7)$$

Verifica-se então, que, com o aumento do número de componentes em série a confiabilidade do conjunto diminui sempre para um nível mais baixo que o do componente de menor confiabilidade [www.weibull.com].

Nos dias atuais o consumidor tem cada vez maior dependência de novas tecnologias, conforme elas caem em uso comum passam a ser requisitos básicos no mercado. A inovação pode até se tornar compulsória, na forma de atualizações de produto, principalmente na área da microinformática, ou plataforma de sistemas abertos. Nessa área, os softwares são lançados com novos dispositivos que requerem atualizações em outros softwares, quando operam no mesmo ambiente operacional, para evitar incompatibilidades por obsolescência. Por outro lado, novos softwares são cada vez mais “pesados” tornando necessários novos equipamentos com hardware mais potente e atual, para assegurar o cumprimento dos prazos de entrega, como também compatibilidade com o software. Adicionalmente, a diversidade de fabricantes e produtos aliada à necessária agilidade competitiva no lançamento de produtos inovadores, muitas vezes coloca diversos produtos operando em um mesmo ambiente, sem que tenha sido testada, e depurada, sua operação conjunta.

Como não há redundância de software nesses ambientes operacionais, o comportamento é o de um sistema em série, de forma que toda a produção pode ser paralisada por falha em um componente.

PROCESSO DE INOVAÇÃO CONFIÁVEL

Entre as fases da inovação dentro de uma indústria, seguida à inovação de produto ocorre a inovação de processo, Loilier e Tellier (1999). Dessa forma, a tecnologia inovadora requer o projeto não só do novo produto, mas também do processo produtivo que entrega na sua saída o novo produto intencional. Para reestruturar, de forma confiável, todas as áreas envolvidas com implantação da tecnologia inovadora no sistema produtivo, que objetiva lançar a empresa em um novo ambiente de

negócios, necessariamente há que se adotar alguma abordagem sistêmica, de tal forma consagrada, que assegure um mínimo de incertezas no processo de transição. Nesse sentido, o Ciclo PDCA, ou Ciclo de Shewhart, DEMING (1990), tem, atualmente, entre os profissionais de qualidade, tamanho reconhecimento como um dos principais métodos da Administração pela Qualidade Total que veio a ser recomendado pela última versão da norma ISO 9001 “Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos”, inclusive vindo a ser a base para a nova estrutura de sistema proposto pela norma. Tendo sido criado na década de 1920, esse método é dedicado à implementação, a mudanças e melhorias no processo em questão. O ciclo PDCA, mostrado na Figura 6, cuja abreviatura significa: (“Plan”) Planejar; (“Do”) Fazer; (“Check”) Checar; (“Act”) Agir, fornece o caráter científico à administração moderna.

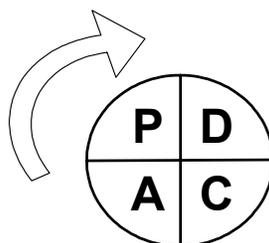


Figura 6. Ciclo PDCA.

A primeira etapa, P (“Plan”) – planejamento, consiste no conhecimento do processo a ser modificado e estudo da inovação a ser implementada com a participação de representantes de todas as áreas envolvidas. São identificadas todas as atividades necessárias para concluir a mudança no sistema produtivo e determinadas a seqüência, a duração, os recursos, o que pode falhar e quais medidas de contorno.

Na segunda etapa, D (“Do”) – execução, o sucesso depende do sucesso da etapa anterior, considerando-se que a eliminação de um erro na etapa de planejamento tem um custo menor do que a eliminação do mesmo erro na etapa de execução. A execução consiste em seguir fielmente o plano de ação elaborado.

A terceira etapa, C (“Check”) – verificação ou checagem, é o registro dos resultados, conforme eles retornem, essencial para a avaliação dos sucessos e insucessos.

Quarta etapa, A (“Act”) – agir. Esta etapa baseia-se na análise dos resultados para determinar a necessidade de ações corretivas (se foi detectado algum problema), preventivas (se não ocorreu nenhum problema, porém, detectou-se algum em potencial) ou de padronização (se tudo ocorreu conforme o planejado e uma nova maneira de executar determinado processo foi instalada).

Em outras palavras, se os resultados esperados foram alcançados, a inovação tecnológica está operacional no novo sistema produtivo. “Girando” seguidamente o ciclo PDCA as empresas alcançam o estágio da melhoria contínua que suporta as inovações incrementais subseqüentes.

Cabe ressaltar que é necessário dispor de um sistema de indicadores confiável antes de proceder qualquer mudança no processo sob pena de não se saber o quanto o processo foi modificado, para melhor ou para pior. Também aqui é recomendável utilizar o ciclo PDCA na instalação do sistema de indicadores.

CONCLUSÃO

O ciclo de vida de uma tecnologia pode ser representado por uma curva “S”, na qual se observa o momento do salto para nova tecnologia objetivando pioneirismo competitivo, na medida em que seja o primeiro a fornecer o produto inovador.

Devido à premência do lançamento no mercado, na área de microinformática, dada a grande variedade de fornecedores e produtos, nem sempre novos produtos são testados e depurados o suficiente. Dessa forma, quando operam em conjunto com outros produtos apresentam alta taxa de falhas.

Para o consumidor, a confiabilidade na linha de produção apoiada em microinformática, se comporta como sistemas em série, ou seja, a taxa de falhas em um item reflete diretamente em todo o conjunto. Por vezes, novos produtos na produção são compulsórios, quando inovações tecnológicas já estabelecidas se tornam universais fazendo crescer a taxa de falhas do sistema por obsolescência.

Para mitigar os riscos, os fabricantes devem investir em confiabilidade nas fases de planejamento e projeto ao nível de otimização de custos/produto.

Para o processo de inovação tecnológica do sistema produtivo, propõe-se o uso da ferramenta da qualidade “Ciclo PDCA”. Essa ferramenta é consagrada com relação aos resultados alcançados com o seu uso, mas requer indicadores também confiáveis, de modo a não inserir mais incerteza no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÏT-EL-HADJ,S. (1989) **L'entreprise face à la mutation technologique**. Paris : Ed Editions D'Organisation.

BAUMARD, P. (1996) **Organisations déconcertées : la gestion stratégique de la connaissance**. Paris, Ed Masson.

DIAS A. (2002) “Projeto para a confiabilidade aplicado ao processo de implantação de uma rede de gás”, **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento de produto**, ano 2, n.2, Mar. 2002.

DEMINIG, W.EDWARDS (1990) **Qualidade: A revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Ed Marques-Saraiva.

JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Ed Pioneira, 1997.

LAFRAIA, JOÃO RICARDO BARUSSO. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LOILIER T.; TELLIER A. **Gestion de l'innovation**. Paris : Ed Management et Société, 1999.

PASETTO, SIANE DE CASTRO. Previsão de falhas no período de garantia a partir da percepção do cliente: Um estudo de caso junto a uma empresa de alta tecnologia. **Dissertação de Mestrado** em Engenharia, PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 2002.

SAAD, K.N., BOHLIN, N.H., VAN OENE F. **R&D de 3ème génération**. Paris: Ed Editions D'Organisation, 1992.

SCHUMPETER, J.S. **Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process**. New York: Ed Mcgraw-hill, 1939.

WEIBULL.COM. www.weibull.com. Acesso em 24 de Janeiro, 2005.

RELIABILITY IN THE TECHNOLOGICAL INNOVATION

*Renato de Paula Freitas Pereira¹
José Luiz Fernandes²
Leydervan de Souza Xavier³*

Abstract

The technologies follow life cycles, whose graphic representation is made by a “S” type curve, where in the ordinates axis is the performance of the technology under study, while in abscissas axis is the time, or sum of the investments in R&D. This representation allows to observe the opposition among the radical innovation, which may cause rupture in the competences, and the incremental, that generates progressive improvement in the process or product. The radical innovation is not natural and it should be issued in the extent of a strategy for the competitive advantage accompanied with a transition technological process that assures the present reliability in the productive process in course. Even with an installed technological rupture the service to the customers should be uninterrupted. This work analyzes the transition process caused by the radical innovation, sustained with statistical foundations of reliability, generating a theoretical base for future acting applications and potentials of technologies in development.

Key-words: Technological Innovation, Transition, Production Process Reliability.

60th Nacional Congress of The Brazilian Society of Metallurgy and Materials (ABM), 25-28 July 2005 – Belo Horizonte - MG

¹ *Electrical Engineer, Performace Analyst, Mechanical Engineering Department, CEFET-RJ, renatodepaulaf@yahoo.com.br*

² *Mechanical Engineer, D.Sc., Adjoint Professor, Mechanical Engineering Department, CEFET-RJ, jlfernandes@cefet-rj.br*

³ *Mechanical Engineer, D.Sc., Adjoint Professor, Mechanical Engineering Department, CEFET-RJ, xavierls@cefet-rj.br*