

Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade

Augusto V. M. da Fonseca (Depto. de Engenharia de Produção, EPUSP) augusto.fonseca@poli.usp.br

Dario Ikuo Miyake (Depto. de Engenharia de Produção, EPUSP) dariomiy@usp.br

Resumo

O uso do PDCA costuma propiciar resultados substanciais nas empresas. Mas, é preciso verificar em que consiste este método e se há alternativas a ele. Para tal, são analisados conceitos subjacentes, como: conhecimento, solução de problemas, metodologia, método e técnica. Estes conceitos são considerados sob a ótica da gestão da qualidade. Este artigo tem o objetivo de prover subsídios para uma fundamentação teórica e uma estrutura de interligação envolvendo diferentes conceitos que podem ser relacionados ao PDCA.

Palavras-chave: PDCA; Métodos; Solução de problemas.

1. Introdução

Uma organização (empresa) precisa buscar atingir seus objetivos e metas, visando melhorar seu desempenho no mundo globalizado e cada vez mais competitivo e turbulento. Para tal, ela deve se adaptar às várias mudanças de mercado, o que acaba por exigir novas abordagens no seu sistema de gestão. Procedimentos que consistem em fontes de sucessos na prática das empresas precisam ser investigados para que possam ser melhor entendidos. E assim, serem aperfeiçoados para que a difusão de sua correta aplicação na organização possa trazer melhores resultados.

Um dos procedimentos mais bem conhecidos na gestão da qualidade total (TQM), é o uso do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). O PDCA, ou métodos congêneres como o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) que fundamenta projetos de melhoria segundo a abordagem Seis Sigma, são adotados por inúmeras empresas gerando consideráveis efeitos positivos. Entretanto, de modo a se obter resultados mais expressivos, este método deve ser entendido de uma maneira mais aprofundada, ou mesmo que se busque alternativas a ele.

Para o atendimento destas proposições, ao invés de apenas buscar aperfeiçoamentos na seqüência de passos pré-estabelecidos, é importante rever conceitos subjacentes ao PDCA, como o conhecimento, a solução de problemas, a metodologia, os métodos e as técnicas.

2. Metodologia da Pesquisa

O tipo de pesquisa utilizado neste trabalho é o teórico-conceitual. Foi buscado levantar conhecimentos que dessem uma visão panorâmica da problemática tomada como objeto de estudo. O tema foi examinado sob um novo ângulo, através da concatenação de idéias, fortemente calcadas em fundamentos teóricos.

Foram utilizadas referências bibliográficas com conteúdos da área da qualidade e de assuntos subjacentes ao cerne deste estudo, como os de metodologia científica. É importante notar que para trabalhar com assuntos de diversas áreas é mais seguro recorrer a textos já consolidados. A isto, soma-se o objetivo do artigo, que visou uma combinação dos assuntos que fosse relevante e atual, partindo da premissa que o ciclo PDCA é atualmente o modelo conceitual mais bem conhecido entre os praticantes da gestão da qualidade para o balizamento de processos de melhoria sistematizados.

A estrutura básica do conteúdo do artigo é apresentada na Figura 1. Nela também estão assinalados os títulos das sessões que tratam dos respectivos assuntos.

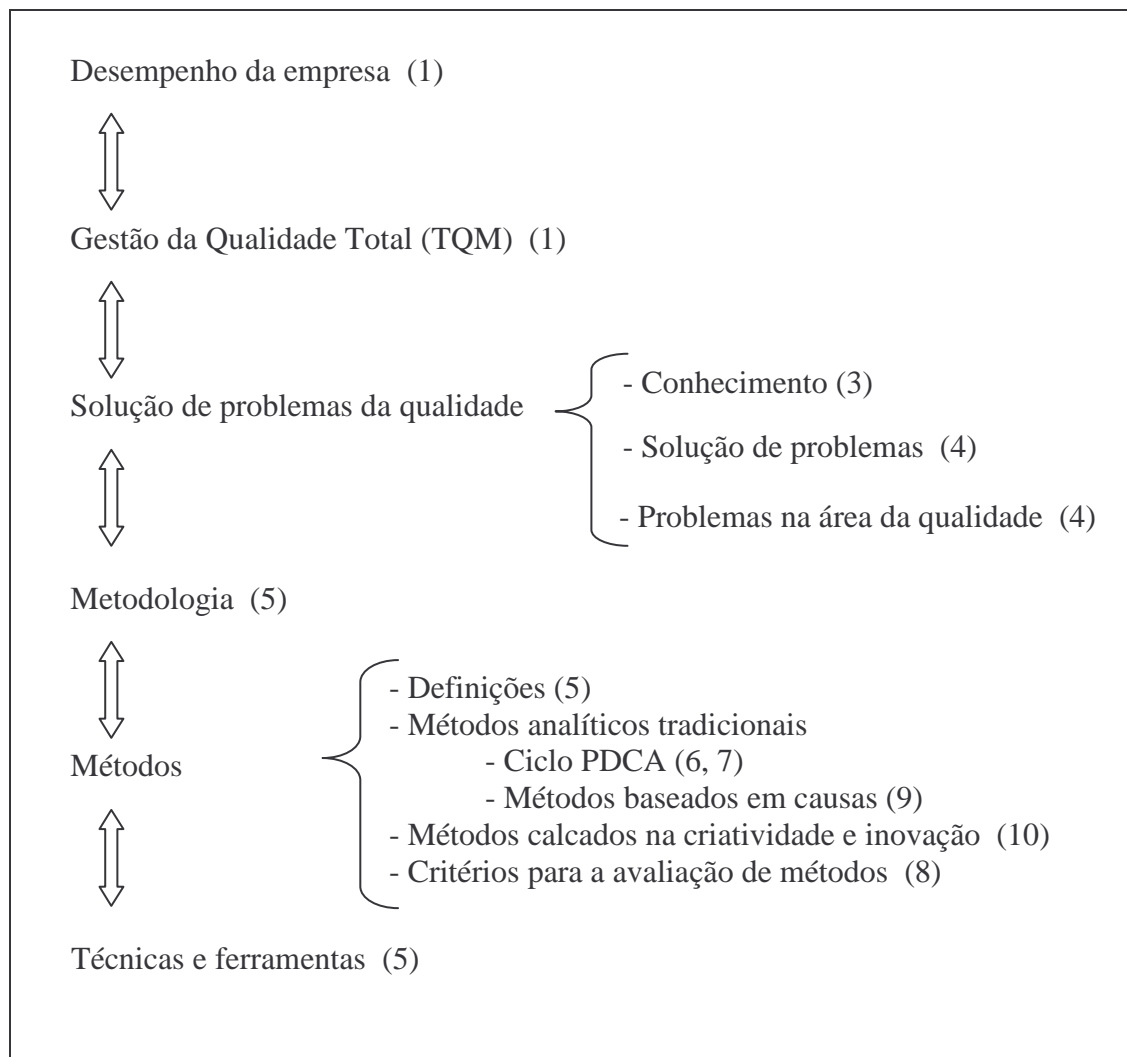


Figura 1 – Estrutura do conteúdo do artigo com os títulos das sessões

3. O conhecimento

Estamos numa nova sociedade, chamada por muitos como a sociedade do conhecimento. Os processos de acúmulo, propagação e utilização de conhecimento têm feito com que as sociedades se desenvolvam cada vez mais. E isto se faz através das organizações. Assim, tornou-se imperativo que organizações produtivas como as empresas entendam que o conhecimento se tornou o ativo mais importante. E quanto mais utilizado e difundido, mais ele se valoriza (SANTIAGO JR., 2004, pp. 21-24).

Trujillo (1974) apud Marconi; Lakatos (2004, p. 18) aponta quatro tipos de conhecimentos, a saber: popular, científico, filosófico e religioso (teológico). Marconi; Lakatos (op. cit., pp. 20-21), salientam que embora passíveis de distinção, esses conhecimentos podem ser usados simultaneamente para se efetuar uma análise ou coexistir em uma mesma pessoa. No contexto deste artigo, será abordado sobretudo o conhecimento científico.

É interessante salientar que a palavra ciência, sob a acepção *latu sensu*, significa simplesmente “conhecimento”; *stricto sensu* “não se refere a um conhecimento qualquer, mas

àquele que, além de aprender ou registrar fatos, os demonstra por suas causas constitutivas ou determinantes” (MARCONI; LAKATOS, op. cit., p. 23). É este tipo de conhecimento que será tratado aqui.

4. O conhecimento e a solução de problemas

Reich (1991) apud Nonaka; Takeuchi (1997, p. 6) “afirma que a única verdadeira vantagem competitiva pertencerá àqueles a quem chama de ‘analistas simbólicos’, equipados com conhecimento para identificar, solucionar e avaliar novos problemas”. Abramczuk (2004), coloca a idéia de que “o conhecimento resulta da busca de solução para problemas”. Segundo este autor, a palavra problema revela uma multiplicidade de significados e, assim sendo, é difícil estruturar o conceito de solução de problemas.

Para a definição de problema pode-se adotar uma abordagem mais filosófica, onde “toda questão crítica, de natureza especulativa ou prática, examinando o fundamento, a justificativa e o valor de um determinado tipo de conhecimento em forma de ação. Ex.: O problema da indução, o problema do livre-arbítrio, etc.” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1993 apud ABRAMCZUK, op. cit.).

Buscando-se uma definição mais gerencial, um problema da qualidade pode ser “tradicionalmente definido como um *gap* entre o estado atual e o estado desejado”, ou seja, uma situação que necessita ser melhorada (SMITH, 1998, p.5). Outra definição pragmática pode ser obtida em Campos (1992, p. 20), que diz que “um problema é um resultado indesejável de um processo”. McGregor apud Campos (op. cit.) afirma que “gerenciar é essencialmente resolver problemas”. Assim, é preciso que todas as pessoas de uma empresa atuem como efetivos solucionadores de problemas. E isto pode ser atingido através da adoção e aplicação sistematizada de um método para solução de problemas.

Aqui tem sido abordada a solução de problemas. Entretanto, é de se considerar que a prevenção de problemas é a melhor forma para o sucesso. Mas, o processo de pensamento e as habilidades requeridas para a solução de problemas podem ser igualmente usadas para a prevenção (PALADY; OLYAI, 2002).

5. A metodologia, o método e a técnica

A palavra método literalmente significa “ordenação do caminho”. A idéia subjacente é a da “ordenação do caminho com vistas a alcançar um objetivo”. Já o método científico é a “ordenação dos procedimentos de investigação com vistas a buscar um conhecimento científico” (ABRAMCZUK, 2004).

Para a solução de problemas, o emprego do método deve vir acompanhado da metodologia e da técnica. É importante diferenciar estes termos. Segundo Thiollent (1996, p. 25), “a metodologia é entendida como disciplina que se relaciona com a epistemologia ou a filosofia da ciência. Seu objetivo consiste em analisar as características dos vários métodos disponíveis [...]. Além de ser uma disciplina que estuda os métodos, a metodologia é também considerada como modo de conduzir a pesquisa”. Já a técnica possui, em geral, um objetivo muito mais restrito do que o método (THIOLLENT, op. cit. p. 26). Em outras palavras, “os métodos têm graus variáveis de abrangência. Podem ser chamados simplesmente técnicas, ou métodos de menor grau, isto é, de maior especialização, com os quais se obtêm resultados parciais ou muito delimitados” (THIOLLENT, 1983).

Sob uma perspectiva mais pragmática, a metodologia trata do estudo dos métodos e do processo gerador dos métodos. Também é possível dizer que o método é a estratégia da ação e a técnica é a tática da ação. O método indica o que fazer (quais as etapas a serem seguidas) e a

técnica indica como fazer (a forma mais adequada de fazer).

Campos (1992, p. 209), sob o âmbito do TQC (*Total Quality Control*), coloca que “o método é a seqüência lógica para se atingir a meta desejada”. A ferramenta (vista aqui como sinônimo de técnica) “é o recurso a ser utilizado no método”. Ele enfatiza que não adianta conhecer várias ferramentas se o método não é dominado, pois o que realmente soluciona os problemas é o método e não as ferramentas.

6. Os ciclos PDCA para o planejamento, controle e melhoria da qualidade

Como dito anteriormente, sob uma perspectiva pragmática, um problema é um resultado indesejável de um processo. Em outras palavras, “é um item de controle que não atinge o nível desejado” (WERKEMA, 1995, p. 13).

O gerenciamento de processos pode ser feito através de três ações gerenciais: de planejamento, controle e melhoramento, gerando o planejamento da qualidade, o controle da qualidade e o melhoramento da qualidade, também chamados de Trilogia Juran (JURAN, 1994).

Sob a ótica do TQM (*Total Quality Management*), o gerenciamento de processos deve ser conduzido por meio do giro do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*). Assim, deve haver ciclos PDCA para controle, para melhoramento e para o planejamento da qualidade.

O Ciclo PDCA, quando utilizado para atingir metas padrão ou para manter os resultados num certo nível desejado (controle), é designado por SDCA. As fases são: S (de *standard* ou padrão) - estabelecimento de Metas Padrão e de Procedimentos Operacionais Padrão (POP); D - treinamento e supervisão do trabalho, avaliação para saber se todos os POP estão sendo cumpridos na execução das tarefas; C - verificação da efetividade dos POP, avaliando se a meta foi ou não alcançada; A - caso a meta não tenha sido atingida adotar ação corretiva removendo os sintomas, agindo nas causas.

No ciclo PDCA para melhoria, o processo não é repetitivo como no ciclo SDCA. Melhorar um processo significa estabelecer uma nova meta para permanecer nela. De acordo com CAMPOS (1992), a fase P consiste nas etapas de identificação do problema, observação (reconhecimento das características do problema), análise do processo (descoberta das causas principais que impedem o atingimento das metas) e plano de ação (contramedidas sobre as causas principais). A fase D do PDCA de melhoria, é a de ação, ou atuação de acordo com o plano de ação para bloquear as causas fundamentais. Na fase C, é feita a verificação, ou seja, a confirmação da efetividade do plano de ação para ver se o bloqueio foi efetivo. Já na fase A existem duas etapas, a de padronização e a de conclusão. Na etapa de padronização, caso o bloqueio tenha sido efetivo, é feita a eliminação definitiva das causas para que o problema não reapareça. Na etapa de conclusão ocorre a revisão das atividades e planejamento para trabalhos futuros. Caso na fase C (*check*), o bloqueio não tenha sido efetivo, deve-se voltar na etapa observação da fase P (*plan*).

Além do SDCA e do PDCA de melhoria, existe o PDCA do planejamento da qualidade (ou de inovação). Este último PDCA é usado quando são estabelecidos novos produtos e processos. Conforme Aguiar (2002), a fase P possui quatro etapas. A primeira etapa é a de identificação do problema, com o estabelecimento do conceito do produto e verificação das viabilidades técnicas e econômicas. A segunda etapa é a de análise do fenômeno, com o estabelecimento do projeto (especificações) do produto. A seguir está a etapa de análise do processo, com o projeto do processo produtivo básico. Por fim, ocorre o estabelecimento do plano de ação de implementação do processo produtivo e os padrões de processo preliminares. Na fase D do PDCA de inovação, o plano de ação de implementação do processo é executado. Já na fase C,

é avaliado o alcance dos benefícios estratégicos. Na última fase, a D, os procedimentos operacionais são padronizados, a produção é iniciada e o produto é lançado no mercado.

Os ciclos PDCA para controle, melhoria e planejamento da qualidade podem ser empregados de modo conjunto, de acordo com a forma de gerenciamento desejada. Na manutenção da qualidade, em que é usado o SDCA, o objetivo é o de “dar previsibilidade aos resultados da empresa”. Já a melhoria da qualidade visa “obter melhoria contínua dos resultados da empresa com os processos existentes”. Já o planejamento da qualidade ou inovação, é “necessário para promover mudanças radicais nos produtos e processos existentes. Esse procedimento é utilizado quando o gerenciamento pela melhoria da qualidade não é mais capaz de promover mudanças que levem ao alcance das metas propostas” (AGUIAR, op. cit.).

7. O uso do método PDCA para a solução de problemas

Com vistas à diferenciação feita anteriormente envolvendo metodologia, método e técnica, pode-se afirmar que o PDCA é um método. Werkema (1995, p. 17), define o ciclo PDCA como “um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. Considerando a definição de que um problema é um resultado indesejável de um processo, o PDCA pode ser visto como um método de tomada de decisões para a resolução de problemas organizacionais. Assim, o PDCA indica o caminho a ser seguido para que as metas estipuladas possam ser alcançadas. Neste ínterim é preciso empregar técnicas (ou ferramentas) para a obtenção, processamento e disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA. Werkema (op. cit.) apresenta certas técnicas (ou ferramentas) da qualidade e os ciclos PDCA para manter e melhorar e a integração destas técnicas aos ciclos PDCA. Aguiar (2002), realiza a integração das ferramentas da qualidade aos ciclos PDCA de manutenção, melhoria e inovação.

Existem outros métodos semelhantes ao PDCA, como o método DMAIC do programa Seis Sigma. Neste método, as fases ou estágios básicos mais comumente empregados são: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyse* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar). Werkema (2002, pp. 28-29) e Aguiar (2002, pp. 205-206), mostram a correspondência entre os métodos PDCA e DMAIC. Ambos são métodos de solução de problemas, mas o DMAIC dá uma grande ênfase às atividades preliminares de planejamento antes que seja executada alguma ação. Esses autores também mostram as ferramentas (ou técnicas) que costumam ser usadas na condução dos passos que constituem os ciclos DMAIC e PDCA.

Embora o PDCA seja o método mais difundido na prática do TQM, seu uso deve ser visto com cautela. Smith (1998), salienta que, em geral, as pessoas tendem a ir aplicando métodos e técnicas ao invés de pensarem sobre a solução de problemas em si. Isto pode ocorrer devido à urgência para obtenção de resultados ou aos treinamentos que enfatizam os métodos e técnicas, inclusive porque aprender e aplicar estes métodos e técnicas é mais simples e prático do que pensar solidamente para a compreensão e solução de problemas da qualidade.

8. O PDCA como método de solução de problemas de múltiplos passos

Conforme Smith (1998, p. 31), “uma família de métodos de solução de problemas consiste de procedimentos de múltiplos passos para ir desempenhando todas as atividades necessárias para solucionar algum ou todos os problemas”. É seguida uma seqüência estrita de passos, mas que podem contar com regressos e iterações.

Em relação ao ciclo PDCA, foi dito anteriormente que seu uso deve ser visto com cautela. Smith (op. cit.), acrescenta que o PDCA, ou outros métodos semelhantes de solução de problemas de múltiplos passos, tende a ser altamente genérico, o que implica em perda de poder e operacionalidade.

Vale esclarecer que generalidade, poder e operacionalidade são três critérios para avaliar métodos. Generalidade refere-se “ao tamanho do domínio do método, o número e variedade de problemas aos quais se aplicam”, ou seja, se são “aplicáveis produtivamente em várias situações”. Poder é a “capacidade do método encontrar soluções para problemas em seus domínios [...]. Um método perfeitamente poderoso permite encontrar soluções ótimas para cada problema em seu domínio a virtualmente nenhum custo”. Já operacionalidade “é o grau com que as pessoas podem realizar tarefas atribuídas a elas, seguramente, de modo a alcançar resultados aceitáveis” (SMITH, op. cit., pp. 29-30).

9. Os métodos de solução de problemas baseados no estudo das causas

Em geral, os métodos para a solução de problemas recorrem ao levantamento e análise das causas, de modo a atacar o problema. O PDCA é um exemplo, dentre vários outros. Antes de expor estes métodos será abordada um tipo especial de causas, que são as causas raiz.

Existem várias definições para causa raiz. Rooney; Hewel (2004), utilizam a seguinte:

- a) Causas raiz são causas fundamentais específicas. Quanto mais específicas forem, mais fácil fica para chegar a recomendações que prevenirão ocorrências;
- b) Causas raiz são aquelas que podem ser razoavelmente identificadas. A investigação precisa ter uma boa relação de custo-benefício, e assim, não pode consumir muito tempo do pessoal;
- c) Causas raiz são aquelas que o gestor pode controlar. As causas devem ser específicas o suficiente para que o gestor consiga tomar ações adequadas para prevenir recorrências;
- d) Causas raiz são aquelas para as quais recomendações efetivas podem ser geradas. As recomendações não podem ser vagas; elas precisam estar diretamente relacionada às causas raiz.

Um primeiro tipo para a solução de problemas é via “tentativa-e-erro”. Ele é especialmente útil e pode ser mesmo a melhor abordagem, quando se está perto da solução e pequenos ajustes são baratos. Mas, em certos casos, ele é contraproducente. Isto ocorre quando não há uma perspectiva sobre o domínio da solução, e aí, diversas direções poderão ser tomadas, não conduzindo à solução. Ocorre também que ele pode causar uma satisfação imediata tão logo a primeira causa seja descoberta, e assim, o desejo de continuar buscando e entendendo outras causas e como elas interagem pode diminuir sensivelmente (PALADY; OLYAI, 2002).

Mas, a solução de problemas crônicos requer uma abordagem estruturada, começando com a identificação e descrição do problema, seguido por uma investigação detalhada das causas e terminando com o desenvolvimento e confirmação da solução (PALADY; OLYAI, op. cit.).

Existe uma abordagem denominada de análise da causa raiz (*root cause analysis – RCA*), que é um método “desenvolvido para auxiliar a identificar não apenas o *que* e *como* um evento ocorreu, mas também *por quê* ele ocorreu”. A determinação do por quê é a tarefa chave para “especificar medidas corretivas úteis que previnam futuros eventos do tipo observado”. A RCA é um processo de quatro passos envolvendo a coleta de dados, diagramação dos fatores causais, identificação da causa raiz e geração e implementação de recomendações (ROONEY; HEWEL, op. cit.).

Uma abordagem mais simples, mas em muitos casos muito efetiva, é a dos 5 Por Quês (5 *Whys*). O uso dos 5 Por Quês consiste em perguntar “por quê ?” repetidamente, sempre que se deparar com um problema, para ir além dos sintomas e chegar à causa raiz deste problema.

Embora esta abordagem seja chamada de 5 Por Quês, o número cinco não importa, mas sim a prática de ir repetindo a pergunta “por quê” até que a causa raiz seja identificada.

Os principais benefícios dos 5 Por Quês estão em descobrir a causa raiz de um problema, determinar o relacionamento entre as diferentes causas raiz e não demandar o uso de técnicas complexas. Os 5 Por Quês são especialmente úteis quando os problemas envolvem fatores humanos e interações e no dia-a-dia dos negócios (ISIXSIGMA, 2006).

Outra abordagem que pode ser usada, embora mais complexa, é a de Kepner-Tregoe. Esta abordagem consiste num método estruturado “para identificar e classificar todos os fatores críticos para a decisão”. Ela “pode ser aplicada a quase todas as decisões, desde marketing do produto, até a seleção de localização”. Ela “avalia cursos alternativos de ação, para otimizar os resultados finais baseados em objetivos explícitos”. Esta abordagem passo-a-passo serve para a solução de problemas, tomada de decisões e análise de riscos potenciais e oportunidades (12MANAGE, 2006).

10. Alternativas aos métodos analíticos tradicionais

Além dos métodos de solução de problemas de múltiplos passos e baseados no estudo das causas, como o PDCA, é preciso conhecer outros métodos. Isto permite equilibrar melhor os *trade-offs* existentes entre generalidade, poder e operacionalidade.

Num estudo mais recente, Cruz Jr. (2003) analisa o potencial do emprego de algumas abordagens de criatividade na resolução de problemas da qualidade. Estas abordagens são especialmente úteis para alguns problemas que demandam um pensamento mais abrangente do que o pensamento racional. Pois o pensamento racional busca uma solução via o desenvolvimento incremental sobre padrões existentes.

Uma das características do pensamento analítico tradicional é que ele consiste num raciocínio seqüencial. Este pensamento pode ser ineficaz na resolução de problemas mais complexos, que requerem uma maior dose de criatividade e inventividade. Por exemplo, no modo tradicional são identificadas as causas para depois eliminá-las. Mas, em certos casos, pode ser difícil ou impossível eliminar uma causa, ou mesmo mudá-la. Em outros casos, podem existir muitas causas e até mesmo que interajam fortemente. Uma das alternativas ao modo tradicional, para o desenvolvimento de soluções para problemas deste tipo, é recorrer à TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas) (CRUZ JR., op. cit.).

Assim como existem distintas abordagens que podem ser aplicadas no processo de análise e solução de problemas, os problemas da qualidade com que os membros de uma organização se deparam – sejam gestores ou agentes operacionais, também revelam ser de distintas naturezas variando em termos de tipo do fenômeno associado ao problema, tipo do processo organizacional afetado, tangibilidade do efeito, complexidade das relações causais, escopo e nível da organização onde se manifesta, etc. Como não seria lícito tratar nenhum método em particular como panacéia, por maior que possa aparentar ser sua generalidade, poder e operacionalidade, constata-se que há uma necessidade de desenvolver critérios e recomendações que facilitem, eficazmente, a seleção e aplicação do método mais pertinente para se buscar soluções ou melhorias nas organizações, dependendo das circunstâncias identificadas (ou a serem identificadas).

11. Conclusões

Foi mostrado o vínculo entre o ciclo PDCA, a utilização de conhecimento e a solução de problemas, incluindo os da área da qualidade. A distinção entre metodologia, método e técnica foi analisada de modo a evidenciar a importância desta diferenciação.

O PDCA foi visto nas suas versões de planejamento, controle e melhoria. Também foi abordado como um método de múltiplos passos. Embora o PDCA seja muito útil, as pessoas podem tender a executar mecanicamente uma série de passos, sem se aterem a princípios e racionalidade subjacentes a ele.

Parecem existir diferentes alternativas básicas para a solução de problemas da qualidade. A primeira se refere aos métodos tidos como analíticos tradicionais e baseados ao estudo das causas. Entre outras características, estes métodos podem ser aplicados em situações que permitem o desenvolvimento de um raciocínio seqüencial. Uma outra alternativa está fortemente relacionada à criatividade e inventividade, como princípio para trilhar por caminhos muitas vezes completamente diversos em relação ao que seria seguido pela abordagem anterior.

Como Palady; Olyai (2002) colocam, é importante salientar que é o problema que servirá de base para selecionar o método adequado e assim, o problema não deve ser encaixado a força no método que o gestor mais conhece. E após encontrar o problema, ainda não é possível estipular um método único. É preciso procurar todos os métodos existentes de aplicabilidade já comprovada, e verificar suas características e suas relações com o problema, para cogitá-lo como alternativa para uma futura seleção do(s) método(s).

Com base no exposto, tem-se como proposta para futuros estudos, identificar e comparar os diversos métodos analíticos de solução de problemas de múltiplos passos e que utilizam relações causais. Dando prosseguimento a tal estudo, a utilização destes poderia ser confrontada ao de métodos calcados na criatividade para a solução de problemas da qualidade.

Referências

- 12MANAGE.** *Kepner-Tregoe matrix*. Disponível em: <http://www.12manage.com/methods_kepner-tregoe_matrix.html>. Acesso em: 9 junho 2006.
- ABRAMCZUK, A.A.** *Qual é o seu Problema?* São Paulo: EPUSP, 2004. /Apresentado na disciplina de pós-graduação Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção. Xerocopiado/
- AGUIAR, S.** *Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Belo Horizonte: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- CAMPOS, V.F.** *TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)*. 2ª. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. (Rio de Janeiro; Bloch Ed.)
- CRUZ JR., A.T.** *Incorporação de ferramentas de criatividade no âmbito da qualidade, como complemento às ferramentas tradicionais, para a análise de solução de problemas*. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ISIXSIGMA.** *Determine the root causes: 5whys*. Disponível em: <<http://www.isixsigma.com/library/content/c020610a.asp>>. Acesso em: 9 junho 2006.
- JURAN, J.M.** *A Qualidade desde o Projeto*. 2ª. ed. São Paulo: Pioneira, 1994.
- MARCONI, M.A. & LAKATOS, E.M.** *Metodologia Científica*. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- NONAKA, I. & TAKEUCHI, H.** *Criação de Conhecimento na Empresa*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.
- PALADY, P. & OLYAI, N.** The status quo's failure in problem solving. *Quality Progress*, August 2002.
- ROONEY, J.J. & HEWEL, L.N.V.** Root cause analysis for beginners. *Quality Progress*. July, pp. 45-53, 2004.
- SANTIAGO JR., J.R.S.** *Gestão do Conhecimento: A Chave para o Sucesso Empresarial*. São Paulo: Novatec Editora, 2004.
- SMITH, G.F.** *Quality Problem Solving*. Milwaukee: ASQ Quality Press, 1998.

THIOLLENT, M. Problemas de Metodologia. In: FLEURY, A. C.; VARGAS, N. (Orgs.) *Organização do Trabalho*. São Paulo: Atlas, 1983, Cap. 3, pp. 54-83.

_____. *Metodologia da Pesquisa-ação*. 7ª. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

WERKEMA, M.C.C. *As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

_____. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002. (Série Seis Sigma; V. 1).