



## Errar é Humano? O Uso do Ciclo PDCA como Poka Yoke<sup>1</sup>

**Antonio Carlos Ribeiro Silva** | [antoniocarlosacrs@ifi.cta.br](mailto:antoniocarlosacrs@ifi.cta.br)

**Gilberto W. A. Miranda** | [gilware@terra.com.br](mailto:gilware@terra.com.br)

### RESUMO

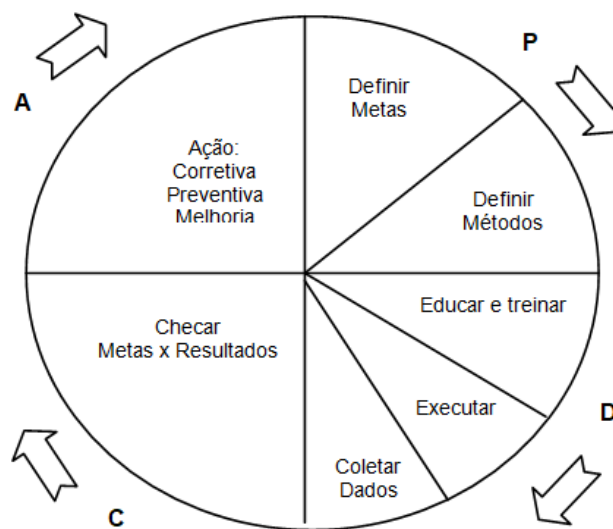
A utilização de dispositivos à prova de erros é uma necessidade de várias empresas, principalmente naquelas em que estão sendo desenvolvidos programas de melhoria no desempenho dos processos de fabricação, no caso deste artigo, na implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) de empresas do mercado nacional no setor aeroespacial. Uma maneira de se atingir tal meta pode ser alcançada por meio da implementação e uso do ciclo PDCA, como uma ferramenta Poka Yoke, sendo este um conceito implantado há tempos por empresas japonesas como uma eficaz ferramenta para atingir zero defeito e, no caso proposto de um SGQ, eliminar a possibilidade de reincidência do fator erro. A principal premissa associada ao conceito PDCA é "Agir, de forma planejada, controlada e, reagir continuamente, repetidamente e, quanto ao conceito Poka Yoke é a de que as falhas humanas são inevitáveis, mas podem ser eliminadas prevenindo-se que uma falha venha a se tornar um defeito e no caso PDCA, que esta seja recorrente. Este artigo descreve os conceitos envolvendo o ciclo PDCA, suas funções básicas e os meios que podem ser usados para prevenir e detectar erros e defeitos. Onde também são exploradas as principais dificuldades identificadas na implantação dos conceitos relativos ao PDCA, bem como as necessidades da adaptação cultural e envolvimento das pessoas.

**Palavras-chave:** PDCA; Poka Yoke; Erros; Falhas.

## 1. INTRODUÇÃO

O ciclo PDCA, ciclo de Shewart ou ciclo de Deming, é um ciclo de desenvolvimento. O PDCA foi introduzido no Japão após Guerra, idealizado por Shewart e divulgado por Deming, quem efetivamente o aplicou. O ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão, como por exemplo, na gestão da qualidade, dividindo-se em quatro principais passos: PLAN – Planejar; DO – Executar; CHECK – Verificar; ACT – Agir.

FIGURA 1 | Passos do PDCA



O primeiro Passo do PDCA é Planejar (PLAN) e:

- Antes de executar qualquer atividade, por mais simples que seja dentro do universo processo, devemos definir claramente os **objetivos** e as metas de forma mensurada;
- Esta fase é a **definição de metas** e métodos, pois se pretendemos alcançar as metas definidas, precisamos definir os meios de alcançá-las. Aliás, método é uma palavra de origem grega que significa caminho que leva a uma meta;
- Não devemos e nem podemos esquecer-nos de **dimensionar** os recursos que serão necessários para realizar a atividade dentro do processo; e
- Se durante o planejamento **forem detectados problemas potenciais**, pronto, devemos tomar ações preventivas.

O segundo Passo do PDCA é Executar (DO) e:

- As atividades devem ser executadas de acordo com o método **planejado**;
- Caso necessário, as pessoas devem ser **treinadas** para que isso ocorra de forma padronizada; e
- Durante a execução é importante observarmos se o que foi planejado **está** sendo **cumprido** e se está **funcionando** bem. Caso contrário, devemos rever o que foi planejado e **realizarmos algumas correções**, antes que todo o trabalho seja realizado.

O terceiro Passo do PDCA é Verificar (CHECK) e:

- Devemos efetuar as **medições necessárias** e comparar os resultados com o planejado (metas); e
- Esta fase também é conhecida como **estudar**, pois nela aumentaremos o nosso entendimento sobre o processo da atividade; e
- **Se ocorrer discrepâncias, devemos identificar a causa** e partir para o “A” (ações corretivas). Caso contrário, podemos avançar para o “P” e girar um novo ciclo PDCA e propor melhoria ainda mais no processo.

O quarto Passo do PDCA é Agir (ACT) e:

- Agir corretivamente;
- Elaborar alternativa de **solução** para bloquear as causas dos problemas identificados. Usar o mais adequado e viável, assegurando de sua eficácia. E eficácia também é uma ação onde devemos planejar as atividades e os resultados a serem alcançados;
- O ciclo não tem fim, sendo assim um ciclo, pois, após o “A” vem novamente o “P” e assim por diante.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ORIGEM DO POKA YOKE

Shigeo Shingo introduziu o conceito de Poka Yoke em 1961, quando era engenheiro industrial na Toyota Motor Corporation. O termo inicial era Baka Yoke, que significa “*fool-proofing*” (à prova de tolos). Em 1963 uma operaria da Arakawwa Body Company recursou-se a usar mecanismos Baka Yoke na sua área de trabalho, devido ao termo ter uma conotação ofensiva e desonrosa. Assim o termo foi alterado para Poka Yoke que significa “*mistake-proofing*” (à prova de erros). Os Poka Yoke são mecanismos usados para colocar um processo completo à prova de erro. Idealmente, Poka Yoke assegura que as condições apropriadas existem antes de executar um passo do processo, impedindo que defeitos ocorram em primeiro lugar. Quando isto não é possível, Poka Yoke executa uma função de detecção, eliminando defeitos no processo o mais cedo possível. Segundo Shingo (1996) o Poka Yoke é um dispositivo corretivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora do defeito tenha sido corrigida. Shingo (op. cit.) afirma que o dispositivo Poka Yoke em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. A inspeção é o objetivo, enquanto o Poka Yoke é simplesmente o método.

O erro humano tem sido uma grande preocupação no ambiente de manufatura e nos sistemas produtivos, pois engloba aspectos que vão desde a concepção de sistemas até a sua operação. Uma análise dos últimos 30 anos mostra que nos sistemas aeroespaciais, tem-se uma porcentagem de falhas creditadas ao fator humano que varia de 5ª a 75% do total de falhas verificadas. De certa maneira, o que se tem constatado com freqüência é que a maior parte maior parte dos estudos visando a confiabilidade de sistemas tem se pautado na análise de máquinas e seus componentes, preterindo a influência do homem, que tem significativa importância dentro do sistema produtivo (IMAM, 1998).

A confiabilidade humana envolve a probabilidade de que uma tarefa, ou um serviço, seja feito com sucesso dentro do tempo reservado para o mesmo. A figura 2 ilustra o impacto do erro humano sobre a falha do sistema durante o ciclo de vida de um dado produto. Pode-se verificar que os erros de montagem, depois de certo tempo, diminuem muito e, eventualmente, podem atingir uma taxa constante. O mesmo acontece com os erros devidos à manutenção, com exceção do que ocorre em sua fase inicial, quando existe uma probabilidade maior de quebra do equipamento, provocando mais trabalho e maior

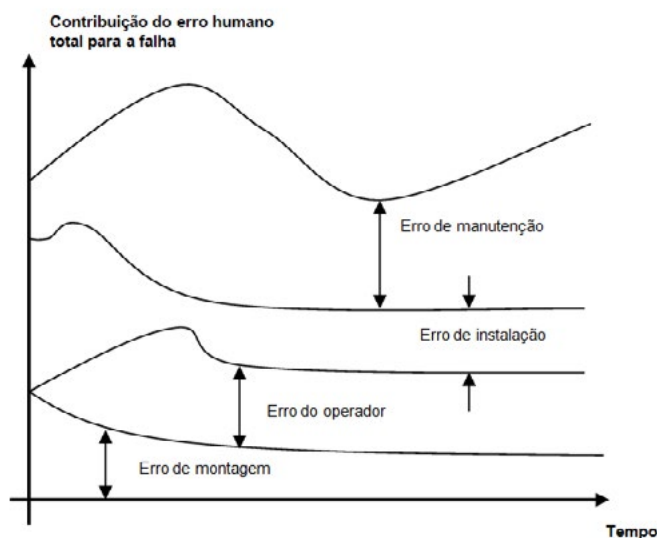
possibilidade de erro. Juran & Frang (1992) classificam os erros humanos segundo as seguintes definições:

- a) erros por inadvertência: são aqueles que, no momento em que são cometidos, não são percebidos, podendo ser divididos em não intencionais, inconscientes e imprevisíveis. As soluções para esses tipos de erros por inadvertências envolvem, basicamente, concentração na execução das tarefas e redução de extensão da dependência humana;
- b) erros técnicos: podem envolver várias categorias de erros relacionados, fundamentalmente, à falta de aptidão, habilidade e conhecimento para a execução de determinada tarefa, podendo ser divididos em não intencionais, específicos e inevitáveis. As soluções para eles envolvem basicamente, treinamento, mudança tecnológica e melhorias no processo;
- c) erros premeditados: podem assumir diversas formas, estando relacionados, basicamente, as questões de responsabilidade e comunicação confusas, podendo ser divididos em conscientes, intencionais e persistentes.

Algumas possíveis soluções para esse tipo de erro premeditado estariam relacionadas à delegação de responsabilidades e à melhoria de comunicação interpessoal.

Assim, reconhecendo o erro como inevitável dentro da natureza humana, torna-se importante adotar uma abordagem que previna a sua ocorrência, impedindo que ele venha a se manifestar na forma de defeito.

**FIGURA 2 | Confiabilidade humana: contribuição proporcional das diferentes espécies de erro humano para a falha do sistema (IMAM, 1998).**



## 2.2 ORIGEM DO PDCA

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter A. Shewart na década de 20, mas começou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950, por ter sido amplamente difundido por este. É uma técnica simples que visa o controle do processo, podendo ser usado de forma contínua para o gerenciamento das atividades de uma organização. Todo gerenciamento do processo consta em estabelecer a manutenção nas melhorias dos padrões montados na organização, que servem como referências para o seu gerenciamento. Introduzir o gerenciamento do processo significa implementar o gerenciamento repetitivo via PDCA. O ciclo PDCA é um método que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização. É um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo. Padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e torna as informações mais fáceis de entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para a melhoria contínua

O método em questão PDCA fundamenta-se em conceitos da administração clássica, descritos por autores como Taylor e Fayol, os quais devem ser implementados, segundo Juran (1998) e Deming (1986), de forma seqüencial – no caso por meios de módulos – iniciando-se pela estruturação, tornando-se mensurável e repetitivo.

Para Taylor (1995), a administração adquiriu novas atribuições e responsabilidades descritas por quatro princípios:

Princípio de Planejamento (substituir a improvisação pela técnica, por meio do planejamento do método);

Princípio de Preparo (preparo da mão-de-obra e máquinas/equipamentos de produção);

Princípio do Controle (controlar o trabalho para se certificar de que está sendo executado de acordo com as normas estabelecidas e segundo o plano previsto); e

Princípio da Execução (distribuir distintamente as atribuições e responsabilidades, para que a execução do trabalho seja bem mais disciplinada).

Segundo Fayol (1981), administrar “é prever, organizar, comandar, coordenar e controlar. Prever é perscrutar o futuro e traçar o programa de ação. Organizar é constituir o duplo organismo, material e social, da empresa. Comandar é dirigir o pessoal. Coordenar é ligar, unir e harmonizar

todos os atos e todos os esforços e reforços. Controlar é velar para que tudo ocorra de acordo com as regras estabelecidas e as ordens dadas.”

O mesmo autor complementa que a administração não é privilégio exclusivo nem encargo pessoal do chefe ou dos dirigentes da empresa. “É uma função que se reparte, com as outras funções essenciais, entre a cabeça e os membros do corpo social.” (FAYOL, 1981)

Método é uma palavra de origem grega composta pela palavra meta (que significa “além de”) e pela palavra “*hodos*” (que significa “caminho”). Portanto método significa “caminho para se chegar a um ponto além do caminho”. (CAMPOS, 1992).

A preocupação com o uso de métodos sejam eles quantitativos ou qualitativos, pode ser observada em diversos estudos científicos. Para Pereira (2004), por exemplo, eles constituem “uma ferramenta que se agrupam em resultados e obtêm-se uma melhor compreensão geral acerca de um fenômeno que foi analisado”. O método PDCA é utilizado pelas organizações para gerenciar os seus processos internos de forma a garantir o alcance de metas estabelecidas, tornando as informações como fator de direcionamento das decisões.

### **2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GESTÃO DE PROCESSOS**

Para gerenciar os processos e, sobretudo, tomar decisões com maior precisão, se faz necessário trabalhar com base em fatos e dados, ou seja, informações geradas no processo buscando e interpretando corretamente as informações disponíveis como formas de eliminar o empirismo.

Para tanto, existem técnicas importantes e eficazes, denominadas de Ferramentas da Qualidade, capazes de propiciar a coleta, o processamento e a disposição clara das informações disponíveis, ou dados relacionados aos processos gerenciados dentro das organizações na solução de problemas.

Tais ferramentas da qualidade passam a ser de grande utilidade no momento em que as pessoas que compõem a organização começam a dominar e praticar o método PDCA de gerenciamento de processos, com a necessidade de trabalhar e dominar as técnicas de tratamento de informações, denominadas Ferramentas da Qualidade dentro do sistema de gestão da qualidade e produtividade. (MARIANI et al, 2005).

O método de solução de problemas é a peça fundamental para que os erros possam ser previstos e caso ocorram, possam ser eliminados e de tal forma que não haja reincidências da causa do

erro. Enquanto sistema de gestão da qualidade via PDCA é um modelo gerencial para que todas as pessoas possam atuar nas empresas.

Este método de solução de problemas deve ser dominado por todos. Todos precisam ser exímios solucionadores de problemas. O domínio deste método é o que há mais importante enquanto sistemas da qualidade. (CAMPOS, 1992).

O ciclo PDCA é utilizado para controlar o processo, com as funções básicas de planejar, executar, verificar e atuar corretamente. Para cada uma das funções, existe uma série de atividades e ferramentas que devem ser utilizadas. O uso de ferramentas nessas atividades tem o objetivo de facilitar a execução das funções, além de dar agilidade e evitar perdas de tempo. Na tabela que se segue, aparecem cada uma das etapas do PDCA, lincadas às 8 ferramentas mais comumente utilizadas na análise e solução de problemas. Para essa representação, tem-se uma visualização de que algumas ferramentas podem ser utilizadas em mais de uma etapa.

**TABELA 1 | Relação entre as Ferramentas e o Ciclo do PDCA**

| Ferramentas da qualidade | Etapas do ciclo PDCA |   |   |   |
|--------------------------|----------------------|---|---|---|
|                          | P                    | D | C | A |
| 1. Fluxograma            | X                    |   |   | X |
| 2. Brainstorming         | X                    |   |   | m |
| 3. Causa-Efeito          | X                    |   |   | X |
| 4. Coleta de Dados       | X                    | X | X | m |
| 5. Gráficos              | m                    |   | m | X |
| 6. Análise de Pareto     | X                    |   |   | X |
| 7. Histograma            |                      | m | X | X |
| Gráfico de Dispersão     | m                    |   |   | X |

Fonte: Oliveira (1996)



### 3.0 Aplicação do PDCA na Solução de Problemas

O ciclo PDCA opera reconhecendo que problemas são oportunidades de melhoria em um processo e são determinados pela diferença entre as necessidades dos clientes (interno e/ou externo) e o desempenho do processo. A proposta inicial deste trabalho é estimular o uso do PDCA como um *“error proofing techniques”*, ou seja, técnicas a prova de erros.

Um método que pode ser aplicável em um sistema de gestão da qualidade em duas situações: (i) quando na identificação de um potencial erro e (ii) quando no desenvolvimento desta mesma atividade, ocorreu o erro.

#### Primeira Etapa: Planejar

Coletar dados para definir um plano de ações para a redução da diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

#### Segunda Etapa: Realizar

O plano estabelecido na primeira etapa é colocado em operação sendo conduzido no ambiente de trabalho ou em pequena escala, com clientes internos quanto externos.

#### Terceira Etapa: Verificar

Contínuo monitoramento do plano colocado em operação na segunda etapa, respondendo duas questões básicas:

1 – Variáveis do processo manipuladas estão reduzindo a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo?

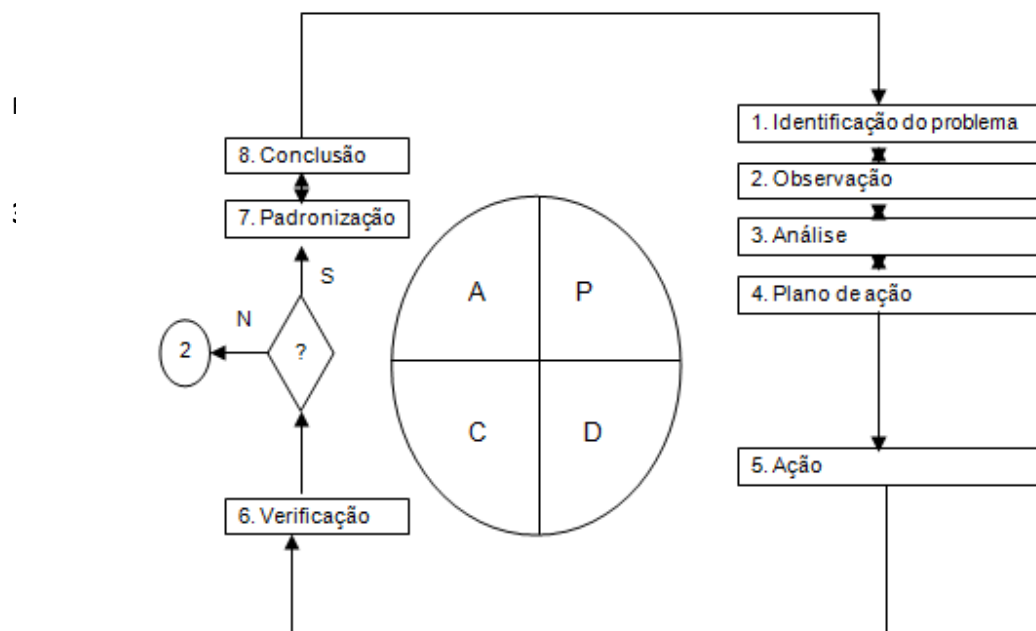
2 – Os efeitos resultantes do plano estão criando problemas ou melhorias?

Quarta Etapa: Agir

Implementação das modificações do plano descobertas na etapa Verificar, estreitando ainda mais a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho do processo.

### 3.1 MÉTODO DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

FIGURA 3 | Método de Solução de Problemas- Ferreira (2005).



#### Tarefas

1. Escolha do problema
2. Histórico do problema
3. Mostrar perdas atuais e ganhos Viáveis
4. Definir prioridades
5. Nomear responsáveis

#### Ferramentas Empregadas

- Diretrizes gerais da área de trabalho
- Dados, gráficos, fotografias
- Gráficos com resultados e projeções
- Analisar com o diagrama de Pareto
- Definir responsáveis pelas ações

#### 3.1.2 OBSERVAÇÃO

##### Tarefas

1. Descoberta das características do Problema por meio de coleta de dados
2. Descoberta das características do Problema por meio da observação Local
3. Orçamento e Metas

##### Ferramentas Empregadas

- Análise de Pareto: Estratificação, Lista de verificação, Diagrama de Pareto, Priorização
- Análise do local ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas no estudo (complementar com fotos, entrevistas...)
- Cronograma

### 3.1.3 ANÁLISE

#### Tarefas

1. Definição das causas influentes
2. Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)
3. Escolha das causas mais prováveis (verificação das hipóteses)
4. Teste de consistência da causa Básica

#### Ferramentas Empregadas

“Brainstorming”; “Por que?” (5 vezes),  
Diagrama de Causa e Efeito  
Diagrama de Causa e Efeito  
Coletar novos dados (Lista de verificação)  
Analisar dados com Pareto, Diagrama de Relação  
Existe evidência de que é possível bloquear? Geraria efeitos indesejáveis?

### 3.1.4 PLANO DE AÇÃO

#### Tarefas

1. Elaboração da estratégia de ação
2. Elaboração do Plano de ação

#### Ferramentas Empregadas

Discussão com o grupo envolvido  
Discussão com o grupo envolvido 5H2H.

### 3.1.5 AÇÃO

#### Tarefas

1. Treinamento
2. Execução da ação

#### Ferramentas Empregadas

Divulgação do plano para todos, reuniões  
Participativas e técnicas de treinamento  
Plano, Cronograma

### 3.1.6 VERIFICAÇÃO

#### Tarefas

1. Comparação dos resultados
2. Listagem dos efeitos colaterais
3. Verificação da continuidade ou não do problema
4. Bloqueio efetivo? da causa básica

#### Ferramentas Empregadas

Pareto, Cartas de Controle, Histogramas  
Discussão em grupo, listagem com efeitos positivos e negativos  
Gráfico de controle  
Pergunta: A causa básica foi encontrada e bloqueada?

### 3.1.7 PADRONIZAÇÃO

#### Tarefas

1. Elaboração ou alteração do padrão
2. Comunicação
3. Educação e treinamento
  
4. Acompanhamento da utilização do padrão.

#### Ferramentas Empregadas

5W2H  
Comunicados, circulares, reuniões,...  
Reuniões e palestras; manuais de treinamento; treinamento em serviço...  
Sistema de verificação do cumprimento;  
Lista de verificação.

### 3.1.8 CONCLUSÃO

#### Tarefas

1. Relação dos problemas remanescentes
2. Planejamento do ataque aos problemas remanescentes.
3. Reflexão

#### Ferramentas Empregadas

Análise dos resultados; demonstrações gráficas.  
Aplicação do método de solução de problemas.  
Avaliar atuação na aplicação do método;  
Identificar oportunidades de melhoria.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como proposta apresentar a ferramenta PDCA nos mesmos conceitos do Poka Yoke, ou seja, o PDCA é uma ferramenta básica no gerenciamento de atividades e solução de problemas e que pode ser usado rotineiramente na identificação de erros e no desdobramento de ações até a eliminação dos erros. Entender que o erro humano faz parte do processo e se não corretamente identificadas e minimizadas se não eliminadas, gerarão erros que comprometerão o resultado do processo. Propor o uso de forma sistemática do ciclo PDCA apoiado com o uso das Ferramentas básicas da qualidade, em sistemas de gestão da qualidade, pois o PDCA é tão simples quanto o Poka Yoke no tratamento de não-conformidades de sistemas. Como sugestão para trabalhos futuros, recomendaria o desenvolvimento das Sete Ferramentas Gerenciais: Diagrama de Afinidades, Diagrama de Relações, Diagrama em Árvore, Diagrama em Matriz, Análise dos Dados a Matriz, Análise PDPC e Diagrama de Setas no suporte do ciclo PDCA quanto ao controle e acompanhamento da variabilidade nos processos, ainda, com a interferência do fator humano. E fica a questão, que o

fator humano sempre terá influência maior ou menor a medida do tempo, mas, interferirá sempre no resultado do processo. Cabe a todos nós que fazemos parte deste processo, identificar as nossas interferências no resultado destes processos minimizando e eliminando todas as hipóteses negativas.

## REFERÊNCIAS

MARIANI, C. A. ET AL. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso, XII SIMPEP, 2005.

FAYOL, H. Administração industrial e geral. 6ª Ed. Brasil: Atlas, 1981.

FERREIRA, E., Metodologia de análise e solução de problemas; Curso de especialização, Bahia: Universidade Federal da Bahia, 2005.

JURAN J.; GODFREY A. B. Juran's quality handbook. 5ª Ed. USA: McGraw-Hill, 1998.

CAMPOS, V.C. Gerenciamento pelas diretrizes. 3ª Ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

SHINGO, S. A study of the toyota production system. USA: 1989.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Revised Edition. Porto Alegre: Bookman, 1996.

BARBOSA, B.J.S. Suprimentos. São Paulo: Editora IMAM, 1998.

REMONATO, R.L. Gestão da qualidade, 2008.

WERKEMA, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de engenharia da UFMG, 1995.

SIMÕES, L.; RIBEIRO, M.C. O ciclo PDCA como ferramenta da qualidade total. Lins: 2007.

CALARGE, F.A.; DAVANSO, J.C. Conceito de dispositivos à prova de erros utilizados na meta do zero defeito em processos de manufatura. Revista de Ciência e Tecnologia, v. 11, nº 21, PP. 7-18, 2003.

SPEAR, S.J. The Toyota production system: na example of managing complex social/ technical systems. Tese doutorado. USA. Harvard University. X1999.

JR, R.B.A. W. Edwards Deming: the story of a truly remarkable person. USA. 2001.