



**Universidade Federal do Espírito Santo
Centro Tecnológico
Colegiado de Engenharia de Produção**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**BÁRBARA CALVI MACHADO
CIRO MAIA VIEIRA**

**Planejamento de melhorias utilizando método PDCA e as
Ferramentas da Qualidade: estudo de caso em uma
empresa de andaimes**

VITÓRIA – ES
Julho 2011

Planejamento de Melhorias utilizando método PDCA e as Ferramentas da Qualidade: estudo de caso em uma empresa de andaimes

**Bárbara Calvi Machado
Ciro Maia Vieira**

Projeto de conclusão de curso de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo.

Orientador: Professor Gibson Barcelos Reggiani

Julho 2011

BÁRBARA CALVI MACHADO
CIRO MAIA VIEIRA

**PLANEJAMENTO DE MELHORIAS UTILIZANDO MÉTODO PDCA E AS
FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE
ANDAIMES**

COMISSÃO EXAMINADORA:

Professor Mestre Gibson Barcelos Reggiani
Engenheiro de Produção
Orientador

Professor Herbert Barbosa Carneiro
Economista e Advogado
Examinador

Professor Doutor Rodrigo de Alvarenga
Rosa
Engenheiro Eletricista
Examinador

Vitória
04 de julho de 2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar nossa inteligência na condução deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção da UFES, que nesses 5 anos de ensino nos proporcionaram os aprendizados necessários para a elaboração e conclusão deste trabalho.

Em especial, ao Professor Gibson Barcelos Reggiani, que conduziu nossa orientação de forma objetiva e tranqüila, fazendo desta etapa tão turbulenta um momento suave.

A Contrex que nos recebeu todas as vezes com muito carinho e não poupou esforços para nos ajudar em tudo que foi necessário.

Nosso muito obrigado(a)!

RESUMO

O presente projeto analisa a elaboração de projetos, a produção de peças e a montagem de andaimes realizados pela Empresa Contrex Serviços Ltda, Linhares - ES, a fim de buscar pontos de melhoria, analisá-los e sugerir um Plano de Ação que seja capaz de solucionar os pontos levantados. Os conceitos e teorias baseiam-se nas Sete Ferramentas da Qualidade e nas etapas da fase de Planejamento do Ciclo PDCA: Identificação do problema, Observação, Análise e, por último, Plano de Ação. O estudo tem início com a identificação do problema por meio de entrevistas com funcionários da empresa, por observações não-participantes e definição da meta a ser alcançada. Em seguida, aplicamos a fase de observação, na qual se estuda o ponto de melhoria levantado para direcionar a análise das causas. Após a observação, as possíveis causas do problema são levantadas e priorizadas, de modo que 4 delas são analisadas detalhadamente. Por último, com as constatações da análise é definido o plano de ação, que será sugerido a empresa. Em todas as etapas as Ferramentas da Qualidade são utilizadas como meio de coleta e tratamento dos dados.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade, Ciclo PDCA, andaimes.

ABSTRACT

This project examines the project's design, production parts and assembly of scaffolds made by the Company Contrex Serviços Ltda, Linhares - ES, in order to find improvement areas, analyze them and suggest an Action Plan capable of solving them. The concepts and theories are based on the Seven Quality Tools and the stages of the planning phase of the PDCA cycle: Problem Identification, Observation, Analysis and, finally, Action Plan. The study begins by identifying the problem through interviews with company employees, non-participant observations and definition of the goal to be achieved. Then, apply the observation phase, in which studies the problem raised to find a direction to the analysis of causes. After the observation phase, the possible causes of the problem are raised and prioritized, so that four of them are deeply analyzed and develop ways of solving them. Finally, with the analysis findings the Action Plan is defined and suggested to the company. At all stages the Quality Tools are used as a mean to collect and process data.

Keywords: Quality Tools, PDCA cycle, scaffolds

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo esquemático do Ciclo PDCA	17
Figura 2 - Diagrama de 6M.....	21
Figura 3 - Estruturação de um Diagrama de Causa e Efeito	22
Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito para Alto consumo de combustível.....	23
Figura 5 - Folha de Verificação para distribuição	24
Figura 6 - Folha de verificação para classificação.....	25
Figura 7 - Folha de verificação para identificação de causas de defeitos.....	26
Figura 8 - Folha de verificação para localização de defeitos	27
Figura 9 - Histograma Simétrico	28
Figura 10 – Histograma Assimétrico.....	29
Figura 11 – Histograma Despenhadeiro	29
Figura 12 – Histograma com Dois Picos.....	30
Figura 13 – Histograma Platô	30
Figura 14 – Histograma com Pequena Ilha	30
Figura 15 – Diagrama de Pareto	32
Figura 16 - Fluxograma do Processo de Fabricação e Distribuição de Empadas ...	33
Figura 17 - Diagrama de Dispersão com Elevada Correlação Positiva	35
Figura 18 - Diagrama de Dispersão com Moderada Correlação Positiva	35
Figura 19 - Diagrama de Dispersão sem Correlação.....	36
Figura 20 - Diagrama de Dispersão com Moderada Correlação Negativa	36
Figura 21 - Diagrama de Dispersão com Elevada Correlação Negativa.....	36
Figura 22 - Carta de Controle X.....	38
Figura 23 - Cartas de Controle R.....	38
Figura 24 - Cartas de Controle P	39
Figura 25 - Cartas de Controle C.....	40
Figura 26 – Projeto Andaime Interno	44
Figura 27 - Exemplo de montagem externa.....	44
Figura 28 – Fluxograma de Operações da Contrex.....	44
Figura 29 - Pareto das Montagens realizadas em 2010	45
Figura 30 – Pareto das Montagens realizadas para empresa A em 2010	46
Figura 31 – Meta do Trabalho para 2012	46
Figura 32 – Distribuição das montagens realizadas para empresa A em 2010 por tipo de produto.....	47

Figura 33 – Estratificação dos erros ocorridos em Montagem Externa	48
Figura 34 - Estratificação dos erros ocorridos em Montagem Interna	48
Figura 35 – Diagrama de Causa e Efeito para o Problema de Montagem	50
Figura 36 – Estratificação dos motivos de perda de material	51
Figura 37 - Frente da amostra onde o ácido foi depositado	52
Figura 38 - Verso da amostra onde o ácido foi depositado	52
Figura 39 – Esquema para Cálculo de Altura	53
Figura 40 - Folha de Verificação para distribuição da produção de Postes de 1,80 metros.....	57
Figura 41 – Fluxograma do Procedimento Operacional	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE DE MELHORIA CONTÍNUA.....	18
TABELA 2: INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE AO CICLO PDCA.....	20
TABELA 3 – SIMBOLOGIA BÁSICA DO FLUXOGRAMA.....	34
TABELA 4 - MATRIZ GUT PARA CAUSAS LEVANTADAS.....	50
TABELA 5 – PLANEJAMENTO DE POSTE DE 4 METROS.....	55
TABELA 6 – PLANEJAMENTO DE TRAVESSA DE 4,80 METROS.....	55
TABELA 7 – PLANEJAMENTO DE TRELIÇA DE 1,05 METROS.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Objetivo Geral.....	10
1.2. Objetivos específicos.....	10
1.3. Delimitação do estudo.....	11
1.4. Relevância do estudo.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1. Definição de Qualidade.....	13
2.2. História do Controle da Qualidade.....	13
2.3. Método PDCA.....	16
2.4. Ferramentas da Qualidade.....	19
2.4.1. Diagrama de Causa e Efeito.....	21
2.4.2. Folha de Verificação.....	23
2.4.3. Histograma.....	27
2.4.4. Diagrama de Pareto.....	31
2.4.5. Fluxograma.....	32
2.4.6. Gráfico de Dispersão.....	34
2.4.7. Cartas de Controle.....	37
3. METODOLOGIA.....	41
3.1. Tipo de Pesquisa.....	41
3.2. Coleta de dados.....	41
3.3. Tratamento dos dados.....	42
4. ESTUDO DE CASO.....	43
4.1. A empresa.....	43
4.2. Identificação do problema.....	45
4.3. Observação.....	47
4.4. Análise.....	49
4.4.1. Causa 1: Perda de peças.....	51
4.4.2. Causa 2: Não utilização instrumento de medição na coleta.....	53
4.4.3. Causa 3: Não utilizar softwares adequados no planejamento.....	54
4.4.4. Causa 4: Despadronização das peças.....	56
4.5. Plano de Ação.....	57
4.5.1. Plano P1: Utilizar capas feitas de raspa de couro.....	58
4.5.2. Plano P2: Utilizar método e instrumentos de medição adequados.....	59
4.5.3. Plano P3: Utilizar modelo de gestão de materiais.....	60
4.5.4. Procedimento Operacional Geral para montagem.....	61
5. CONCLUSÃO.....	63
5.1. Trabalhos Futuros.....	63
6. BIBLIOGRAFIA.....	64
Anexo I – PROGRAMAÇÃO VBA UTILIZADA NO PROGRAMA DE PLANEJAMENTO.....	66
Anexo II – FATORES PARA CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE CONTROLE PARA VARIÁVEIS.....	67

1. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro atual vive um cenário de mudanças constantes e competição intensa. As empresas precisam oferecer produtos e serviços de qualidade, a preços que satisfaçam as necessidades dos clientes para que possam sobreviver no mercado. O planejamento estratégico, tático e operacional é fundamental para garantir essa sobrevivência.

Por meio do planejamento é possível analisar o estado atual da organização e avaliar alternativas para que suas metas, de curto, médio e longo prazo, sejam alcançadas. E por meio dele, é também possível desenvolver métodos para aperfeiçoar suas operações. De um modo geral, as empresas necessitam continuamente melhorar a eficiência de seus processos internos, potencializando seus recursos para que, assim, possam atender da melhor maneira possível seus clientes e conquistar, também, potenciais clientes.

Existem diversos métodos e ferramentas que auxiliam na tomada de decisão e permitem um melhor planejamento e gerenciamento de melhorias nas organizações. Dentre eles está o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), método que permite melhorar resultados no nível desejado. Sua utilização auxilia organizações a otimizar processos e reduzir significativamente os custos.

Para apoiar o planejamento do PDCA, as Ferramentas da Qualidade devem ser utilizadas como meio de coleta e tratamento inteligente dos dados estudados. A aplicação do PDCA é mais eficiente quando baseada em conclusões dos resultados obtidos pela aplicação das Ferramentas.

1.1. Objetivo Geral

Utilizando o ciclo PDCA e as Ferramentas da Qualidade cabíveis, realizar o Planejamento de Melhorias por meio da elaboração de um Plano de Ação.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar problemas, isto é, resultados indesejáveis dos processos;
- Aplicar Ferramentas da Qualidade;
- Avaliar possíveis soluções;
- Elaborar um Plano de Ação utilizando a metodologia sugerida pelo PDCA.

1.3. Delimitação do estudo

Não é fácil englobar em um projeto todos os aspectos que influenciam o resultado, realizar todas as análises e assim chegar a uma solução exata para o problema. É sempre necessário fazer considerações e deixar fatores de lado para chegar a um resultado final.

Neste trabalho foram utilizados somente dados e informações previamente conhecidos pela empresa ou possíveis de serem coletados no período de desenvolvimento, por isso o problema escolhido para estudo, bem como o Plano de Ação gerado, serão baseados nessas informações.

Da mesma forma, a aplicação do ciclo PDCA será restrita a fase de planejamento, uma vez que não é possível concluir a etapa de Execução do Plano de Ação e, conseqüentemente, nenhuma das outras etapas.

1.4. Relevância do estudo

Em um cenário no qual os fatores sociais têm grande impacto na avaliação e julgamento de um país, o Brasil anda na contramão e apresenta um déficit habitacional de 5,8 milhões de famílias, conforme estudo elaborado em 2009, com base em dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) e publicado pela revista Veja em Janeiro de 2011.

Por esse motivo, o governo tem incentivado a construção civil, com aumento da facilidade de créditos para o segmento. Com isso o impacto do setor no PIB nacional, que já era notável, não pára de aumentar. Conforme divulgado no Anuário

estatístico do Brasil, em 1970 a participação da Construção Civil no PIB nacional foi de 5,4%, passando para 6,7% em 1980 e para 8% em 2002.

Além disso, em 2002, o Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Sergio Amaral, divulgou que o setor de construção civil é responsável pela geração de 13 milhões de empregos.

Nesse contexto a boa atuação de uma empresa de andaimes é importante para a geração de empregos, de moradias e para o crescimento do PIB nacional. Considerando que a competição entre as empresas está cada vez mais acirrada, a busca por melhorias e diferenciais é ponto determinante pra manter a empresa no mercado.

A relevância do trabalho pode ser apresentada, então, em três níveis:

1. No nível da empresa:

- a) Reduzir os custos de produção;
- b) Reduzir falhas de planejamento;
- c) Reduzir desperdício de material;
- d) Promover vantagem competitiva no mercado por meio de prazos enxutos e preços diferenciados.

2. No nível acadêmico:

- a) Ampliar acesso a conceitos de Ciclo PDCA e Sete Ferramentas da Qualidade;
- b) Apresentar um modelo de aplicação dos métodos, auxiliando novas aplicações.

3. No nível nacional:

- a) Gerar empregos.
- b) Contribuir com o crescimento do PIB.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Definição de Qualidade

Segundo Juran (1991) qualidade pode ser definida pela ausência de falhas nos produtos ou ainda como “características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto”.

Já de acordo com Campos (2002), “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

Em síntese, qualidade é a forma como o cliente percebe o que está sendo oferecido. Portanto, para produzir com qualidade é necessário desenvolver os produtos que o cliente deseja comprar, produzi-los conforme a especificação e comercializá-los por um preço que o cliente julgue justo pagar.

Quando há concorrência no mercado a qualidade torna-se ainda mais importante, pois ela será o fator determinante na escolha do cliente.

Nesta visão o controle da qualidade tem papel fundamental dentro de uma empresa, pois é através dele que garantimos que os produtos oferecidos estão livres de defeitos. O Controle da Qualidade também é utilizado para melhorar os processos, aumentando a eficiência e assim reduzindo o custo de produção. Desta forma, é possível oferecer melhores preços aos clientes.

2.2. História do Controle da Qualidade

De acordo com Ishikawa (1915), a primeira vez que se ouviu falar de Controle da Qualidade foi em 1924, nos Estados Unidos, quando o Dr. Walter A. Shewhart utilizou gráficos de controle para analisar dados de inspeção na empresa “Bell Telephone Laboratories”. Entretanto, a disseminação do conceito ocorreu durante a

Segunda Guerra Mundial, devido a necessidade de produzir suprimentos militares de qualidade, barato e em grande escala.

Ishikawa (1915) afirma que nesta época, no Japão, a aplicação do controle de qualidade existia de forma complexa, utilizando fórmulas matemáticas difíceis de serem entendidas e os processos eram dependentes de inspeção, que por sua vez era fraca e pouco difundida. Desta forma a qualidade oferecida era baixa e os produtos japoneses concorriam no mercado mundial por preços, mas não por qualidade.

Werkema (1995) explica que com a derrota do Japão na Segunda Guerra, forças americanas de ocupação passaram a interferir também na forma de produção das empresas locais, uma vez que era necessário aumentar a qualidade dos produtos para atender a exigência do mercado americano que atuava na reestruturação do país. Foi dado então um novo enfoque à qualidade e iniciou-se um processo de educação às empresas japonesas pelo método americano.

Em 1946 é formada a JUSE - Union of Japanese Scientists and Engineers -, uma organização formada por cientistas e engenheiros japoneses. Em 1949 a JUSE monta um grupo de pesquisa voltado para controle de qualidade com o objetivo de disseminar os conceitos e desta forma racionalizar empresas e melhorar padrão de vida da população, conforme apresentado por Werkema (1995).

Em 1950 a JUSE convida Willian Edwards Deming para ministrar um seminário de 8 dias que abordou 3 temas importantes listados por Werkema (1995): a implementação e o funcionamento do ciclo PDCA, a importância de considerar dispersões estatísticas nos processos de controle e utilização de gráficos de controle.

Sugundo Brocka (1994), Deming graduou-se pela Universidade de Wyoming em Física e conquistou o título de Doutor em física Matemática por Yale. Foi devido a sua recusa em receber pagamento por suas conferências no Japão que a JUSE teve fundos para criar o Prêmio Deming, maior prêmio da qualidade atualmente no Japão. Sua principal colaboração para o controle de Qualidade foram os 14 Pontos de Deming, listados abaixo:

1. Crie uma constância de propósitos para a melhoria dos produtos e serviços;
2. Adote a nova filosofia;

3. Cesse a dependência da inspeção para alcançar a qualidade;
4. Minimize o custo total trabalhando com um único fornecedor – não realizar negócios baseados apenas em preços;
5. Melhore constante e continuamente cada processo;
6. Institua o treinamento na tarefa;
7. Adote e institua a liderança
8. Jogue fora os receios;
9. Quebre as barreiras entre as áreas;
10. Elimine slogans, exortações e cartazes para a força de trabalho – realmente delegue tarefas;
11. Elimine cotas numéricas para força de trabalho e objetivos numéricos para o gerenciamento;
12. Remova as barreiras que retira das pessoas a satisfação no trabalho;
13. Institua um vigoroso programa de educação e auto-melhoria para todos;
14. Coloque todos na companhia para trabalhar acompanhando a transformação.

Werkema (1995) e Ishikawa (1915) mostram que na década de 50 o controle de qualidade passou a ser amplamente usada no Japão, porém ainda não era da forma desejada. O controle dos processos ainda parecia complicado e era aplicado apenas por engenheiros e técnicos, não envolvendo gerencia. Fazia-se necessário disseminar as idéias de controle na cadeia hierárquica das empresas de forma simplificada. Por isso, em 1954, J. M. Juran foi convidado pela JUSE para ministrar um seminário para gerentes e chefes.

Segundo Brocka (1994), Juran formou-se em Engenharia e Direito e trabalhou como consultor da qualidade a partir da década de 50. Fundou o Instituto Juran, referência nos trabalhos relacionados a qualidade. A principal contribuição de Juran para a melhoria da qualidade são os 10 passos listados abaixo:

1. Conscientizar da necessidade e oportunidade de melhorias;
2. Estabelecer metas de melhoria;
3. Criar planos para alcançar essas metas;

4. Dar treinamento a todos;
5. Executar projetos para resolver problemas;
6. Relatar e divulgar o processo;
7. Reconhecer o sucesso (Meritocracia);
8. Comunicar resultados;
9. Conservar os dados obtidos;
10. Manter o entusiasmo fazendo da melhoria uma parte integrante dos processos.

As palestras de Juran serviram para mostrar que o Controle da Qualidade é também um importante instrumento de gestão e assim o Controle Estatístico da Qualidade passou a ser tratado com Controle da Qualidade Total.

2.3. Método PDCA

Ciclo PDCA é uma ferramenta para buscar a aumento da qualidade por meio da solução de problemas. A Ferramenta é composta por quatro etapas consecutivas de modo que, ao concluir a quarta etapa já há necessidade de retornar a primeira e recomeçar a processo. Por isso é chamado de Ciclo PDCA.

Aguiar (2002) define claramente o ciclo PDCA como “um ciclo de melhorias contínuas de qualquer problema, ou seja, melhoria de qualquer resultado considerado insatisfatório. Esse método de controle de processos ou sistemas é utilizado para atingir as metas necessárias a sobrevivência das empresas”

Segundo Campos (2002), “O PDCA é uma método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais”

Historicamente sabe-se que,

O método foi idealizado pelo estatístico Walter Shewhart nos Estados Unidos no período em que trabalhou Companhia Telefônica Bell e popularizou-se com os projetos de otimização da qualidade desenvolvidos por Willian E. Deming no Japão pós Segunda Guerra Mundial. (Deming, 1990).

As quatro etapas do ciclo, conforme apresentado na Figura 1, são:

1. P: Plan = Planejar
2. D: Do = Executar
3. C: Check = Verificar
4. A: Action = Agir

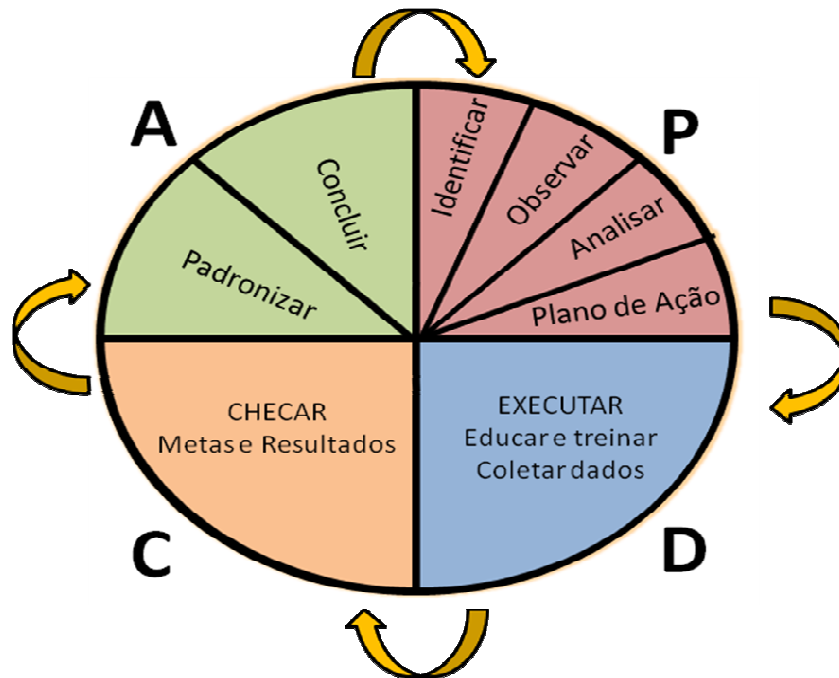


Figura 1- Modelo esquemático do Ciclo PDCA
Fonte: Autor

Na etapa de Planejamento devemos definir as metas e estabelecer o plano de ações, ou seja, determinar onde se deseja chegar e planejar o que será feito para conseguir. Esta etapa, conforme metodologia apresentada por Campos (2002) na tabela 1, é sub composta pelas seguintes etapas: Identificação do problema, Observação, Análise e Plano de Ação.

A etapa Executar consiste em colocar em prática o que foi planejado. A etapa inclui treinamentos e a reeducação que podem ser necessários para que a organização como um todo trabalhe conforme o planejado.

A fase de Verificação consiste em checar os resultados ainda durante a execução para garantir que o planejado está sendo cumprido. Essa verificação é feita pela comparação entre dados coletados do processo e o plano de ação. Caso não esteja deve-se voltar a etapa de planejamento e planejar novamente o que estiver errado, conforme fluxograma apresentado na tabela 1.

Na última etapa, Ação, deve-se tomar ações de melhoria para solucionar os problemas identificados na fase de Verificação e também outras melhorias que tenham sido percebidas durante o ciclo. Esta etapa é constituída de duas ações: Padronização e Conclusão.

TABELA 1 – ANÁLISE DE MELHORIA CONTÍNUA

Análise de Melhoria Contínua			
PDCA	Fluxo	Etapa	Objetivo
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema
	3	Análise	Descobrir causas fundamentais
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear causas fundamentais
D	5	Execução	Bloquear causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se bloqueio foi efetivo
	?	(foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema, para trabalho futuro

Fonte: Campos (2002)

O método do Ciclo PDCA é um exemplo prático de um novo conceito de pesquisa-metodológica: a pesquisa-ação. Reggiani (2011) mostra que a pesquisa ação é composta por quatro etapas, semelhantes às do PDCA: Planejamento, Ação, Observação e Reflexão.

“O conceito de pesquisa-ação foi originalmente apresentado por Kurt Lewin (1946), como uma combinação de geração de teoria e mudança de sistema social como resultado da ação do pesquisador“ (Reggiani, 2011).

Macke explica que, diferente de outras formas de pesquisa, nos quais o objetivo é a verificação de hipóteses e a elaboração de teorias, na Pesquisa-Ação o pesquisador atua na solução do problema, logo ele participa e interfere no meio estudado. Desta forma, Macke acredita que ocorra maior aprendizado sobre o objeto estudado e ressalta que esta metodologia, mais do que as outras, necessita do envolvimento de todos, incluindo pesquisadores e pessoas ligadas ao problema estudado.

Para Macke:

O mais importante na pesquisa-ação não é encontrar uma solução ótima, como em outros métodos, e sim, conseguir o compromisso com a mudança a ser feita para depois relatar a aplicação da teoria e também a resistência à aplicação de determinada técnica“

2.4. Ferramentas da Qualidade

Uma falha comum na gerencia das empresas é tentar, instintivamente, descobrir as causas de um problema para atuar na sua correção. Nessas situações, muito provavelmente serão gastos grandes esforços para se obter médios ou nenhum resultado, uma vez que há a possibilidade de atuar nas causas erradas ou nas causas secundárias do problema.

Antes de agir é necessário estudar o problema por meio de coleta, organização e interpretação de dados, e então fazer um planejamento para corrigir e melhorar os processos e produtos. Com este objetivo foram desenvolvidas e organizadas por Kaoru Ishikawa as Ferramentas da Qualidade.

Ferramentas são meios utilizados para levantar os dados, priorizar e entender os problemas, listar suas causas e dentro delas as de maior impacto, identificar os fluxos de informação e processo e direcionar as soluções através da estruturação de um plano de ação.

Ishikawa concluiu que se não todos os problemas organizacionais, então pelo menos 95% deles poderiam ser resolvidos pela aplicação das ferramentas. As Sete

Ferramentas da Qualidade são, então, essenciais para a melhoria da qualidade. São elas:

1. Diagrama de Causa e Efeito
2. Folha de Verificação
3. Histograma
4. Diagrama de Pareto
5. Fluxograma
6. Gráficos de Dispersão
7. Cartas de Controle

Devem ser utilizadas paralelamente a aplicação de PDCA sempre que for necessário procurar um problema de acordo com vários pontos de vista.

As ferramentas da qualidade podem ser integradas ao ciclo PDCA exercendo o papel de instrumentos para coleta, a disposição e o processamento das informações necessárias à manutenção e à melhoria dos resultados dos processos de uma empresa. (WERKEMA, 1995)

A tabela 2, adaptada de Werkema (1995), ao sugerir quais ferramentas devem ser aplicadas nas fases do PDCA, mostra a relação do Ciclo com as Sete Ferramentas da Qualidade. A tabela também classifica a aplicação da ferramenta como efetiva ou muito efetiva.

Nos próximos capítulos serão apresentadas cada ferramenta e o modo de aplicação.

TABELA 2: INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE AO CICLO PDCA

FASES PDCA	SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE						
	Fluxograma	Folha de Verificação	Gráfico de Pareto	Diagrama de Causa e Efeito	Histograma	Diagrama de Dispersão	Cartas de Controle
Identificação do Problema	O	X	O	X	X		O
Observação	O	O	X	X	O	O	O
Análise	X	O	O	O	O	O	O
Plano de Ação							
Execução		O					X
Verificação		O	O		O	X	O
Padronização		O					
Legenda: O Ferramenta muito efetiva X Ferramenta efetiva							

Fonte: Adaptado de Wekema (1995)

2.4.1. Diagrama de Causa e Efeito

Introduzido por Kaoru Ishikawa em 1943, o diagrama de Causa e Efeito é definido por Werkema (1995) como uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado esperado.

Pode também ser chamado de “diagrama de Ishikawa”, ou “diagrama de espinha de peixe” - devido à disposição gráfica que se assemelha a uma espinha de peixe.

Como usualmente são utilizadas seis categorias para as causas, o diagrama pode também ser chamado de “Diagrama 6M”. As seis categorias são: Método, Máquina, Medição, Meio-Ambiente, Matéria-Prima e Mão-de-obra, conforme representado na Figura 2.

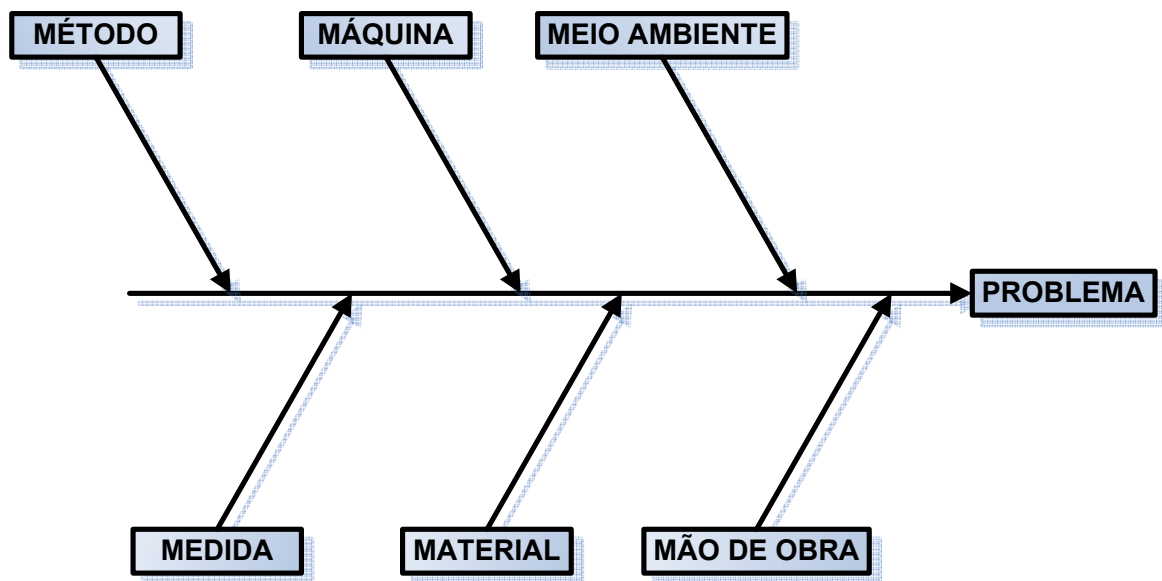


Figura 2 - Diagrama de 6M
Fonte: Autor

Sua estrutura consiste em eixo principal em forma de flecha horizontal direcionada ao o efeito a ser discutido. Setas diagonais são direcionadas ao eixo principal, cada uma representando os principais grupos de causa identificados. Quando existem sub-causas, suas setas são paralelas ao eixo principal e direcionadas as setas das causas. A Figura 3 exemplifica a montagem do diagrama.

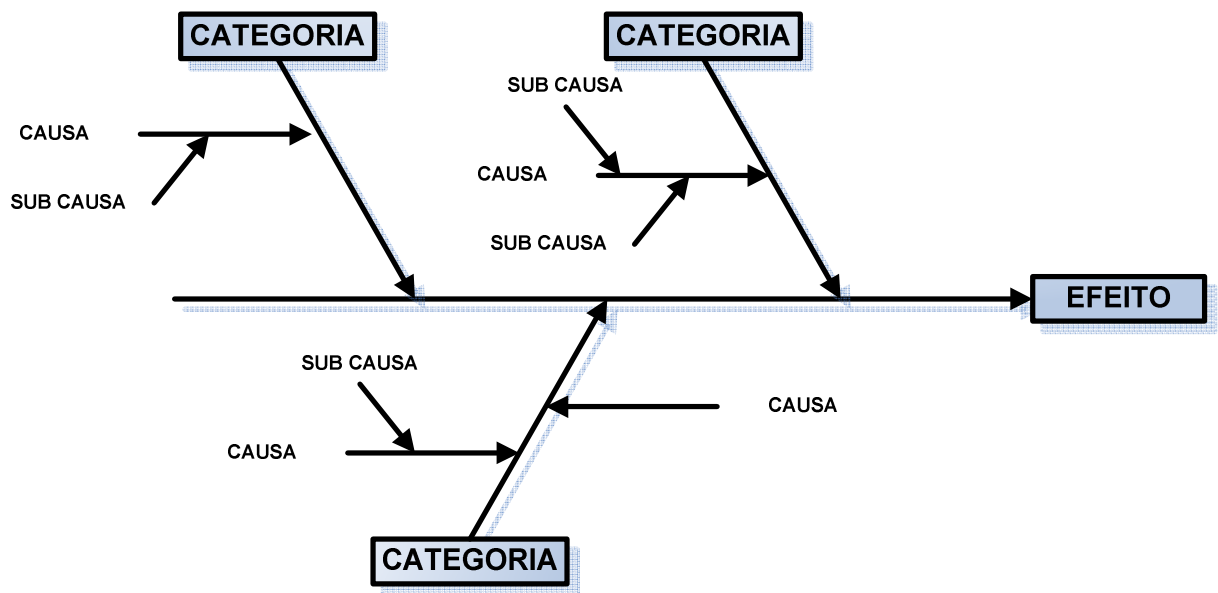


Figura 3 - Estruturação de um Diagrama de Causa e Efeito
Fonte: Autor

Ishikawa (1982) defende a utilização do diagrama quando afirma que “a utilização ordena as causas de dispersão e organiza as relações mutuas dos fatores envolvidos em problemas com qualidade em nossas organizações”.

Para construir um Diagrama de Causa e Efeito completo e consistente sugere-se que todas as pessoas relacionadas ao processo participem da sua elaboração por meio de reuniões de brainstorming. Assim será levantada a exploração máxima de idéias sobre as causas.

Quatro passos para a montagem do Diagrama de Ishikawa são listados por Brocka (1994):

1. Identificação do efeito: Definir qual o problema ou meta a ser analisado.
2. Identificação das categorias de causas principais: Dentre os 6M, identificar quais tem relação com o efeito e, se for o caso, levantar outras categorias que estejam relacionadas com o problema.
3. Identificação das causas secundárias: Levantar quais são os fatores que contribuem para que cada causa principal ocorra.
4. Análise: Com o Diagrama pronto, identificar os pontos de melhoria imediatos e definir metodologia para melhorar os outros pontos.

Na figura 4 temos um exemplo de diagrama de Causa e efeito para o problema de alto consumo de combustível de um carro. O Diagrama foi retirado do livro do Brassard (2000).

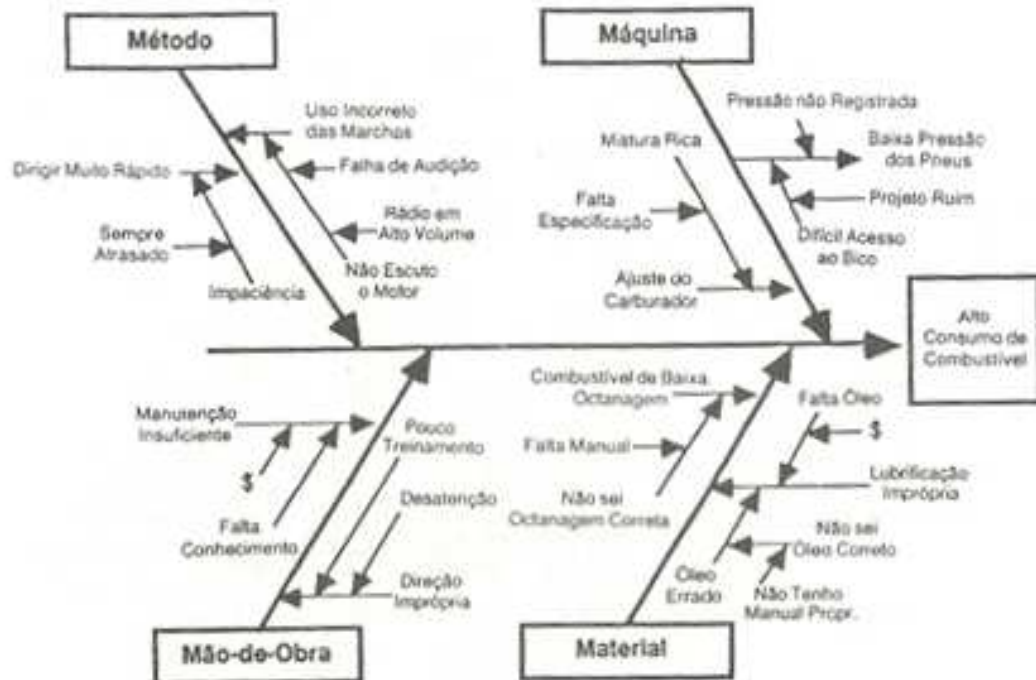


Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito para Alto consumo de combustível
Fonte: Brassard (2000)

2.4.2. Folha de Verificação

Ferramenta utilizada para coleta orientada e organizada dos dados, visando facilitar a análise e registro dos mesmos. A Folha de Verificação é uma tabela ou planilha que deve ser planejada e elaborada antes do início da coleta de dados, para garantir que toda informação realmente necessária, e nada além dela, será coletada.

A folha de Verificação também deve facilitar a coleta de dados, no sentido de que a forma de registro deve ser o mais simples possível, como por exemplo, em forma de traços ou de marcar x.

É uma ferramenta importante, pois transforma opiniões em dados e fatos e também facilita o entendimento do problema, evitando decisões tomadas por opinião.

Segundo Werkema (1995), os principais tipos de folhas de verificação são:

1- *Folha de Verificação para distribuição de um item de controle de um processo produtivo:* Utilizada quando se deseja fazer a distribuição dos dados coletados. Na construção de um histograma, por exemplo, a Folha é elaborada de modo que a classificação dos dados é feita no instante em que a coleta ocorre. A figura 5 representa um modelo desta ferramenta para coleta de dados da variação do diâmetro de uma peça conhecida por “ghiera”.

	DESVIO	MARCAS				FREQUÊNCIA
		5	10	15	20	
	-10					
	-9					
LIE	-8					
	-7					
	-6					
	-5	X				1
	-4	X X				2
	-3	X X X X X				5
	-2	X X X X X X X X X X				11
	-1	X X X X X X X X X X X X X X X X				16
30,91	0	X X				19
	1	X X X X X X X X X X X X X X X X				14
	2	X X X X X X X X X X X X				10
	3	X X X X X X X X X X				6
	4	X X X X X X X X				3
	5	X X X X X X				2
	6	X X X X				1
	7					
LSE	8					
	9					
	10					
TOTAL					90	

Figura 5 - Folha de Verificação para distribuição
Fonte: Werkema (1995)

2- *Folha de verificação para classificação*: Neste tipo são listadas as principais ocorrências do problema estudado de modo que, para a coleta, é necessário marcar um traço na categoria cada vez que o problema ocorrer, conforme mostrado na figura 6.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTO DEFEITUOSO

Produto: Lente
 Estágio de Fabricação: Inspeção final
 Tipo de defeito: Arranhão, Trinca, Revestimento Inadequado, Muito Grossa ou Muito Fina, Não Acabada.
 Total inspecionado: 1200
 Data: 03/01/95
 Seção: INSPROD.
 Inspetor: Augusto Bicalho
 Observações: _____

Defeito	Contagem	Sub-Total
Arranhão	☒☒Γ	12
Trinca	☒☒☒☒☒☒☒☒	41
Revestimento Inadequado	☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒	55
Muito Grossa ou Muito Fina	☒☒	11
Não - Acabada	☒	5
Outros	∏	3
	Total	127
Total Rejeitado	☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒☒☒☒☒	90

Figura 6 - Folha de verificação para classificação
 Fonte: Werkema (1995)

3- *Folha de verificação para identificação de causas de defeitos:* Semelhante a folha de classificação para verificação, porém, conforme ilustrado na figura 7, o detalhamento dos dados coletados é maior para facilitar a identificação das causas e efeitos.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA CAUSA DE DEFEITO											
Produto: <u>Engrenagem</u>											
Total inspecionado: <u>10.000</u>											
Semana: <u>02 a 06/01/95</u>											
Observações: _____											
TORNO	OPERADOR	SEGUNDA FEIRA		TERÇA FEIRA		QUARTA FEIRA		QUINTA FEIRA		SEXTA FEIRA	
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
1	A	OO AAA xxxx □□	Δ xxxxx □ ●	OO AAAA xxx	OOO AA xxxxx	O AA xxxxx	OO Δ xxx	OOO AAA xxx	O AA xxxxxxx	OO AA xxxxx	O Δ xxxxx
	B	OO Δ xxxx □	O Δ xxx	O Δ xxx	O ΔΔ xxx	Δ xx □□	OO Δ ●	O Δ xxx	O Δ xx	O ΔΔ xx	□
2	C	ΔΔ xx	Δ xxx □□	O Δ □	O Δ □	OO xxx □	ΔΔ xxxxx	O Δ ●	O Δ □	Δ xxx □	O xxx □
	D	OO Δ xxx □ ●	ΔΔ x □	O Δ □□	O Δ xx	ΔΔ xxxxx □	O xxxxx □	ΔΔ xxx □□	OO xxxxx ●	O ΔΔ xxxxx	O Δ xxxxx
<ul style="list-style-type: none"> ○ Diâmetro interno inadequado Δ Diâmetro externo inadequado x Rebarba □ Geometria do dente incorreta. ● Outros 											

Figura 7 - Folha de verificação para identificação de causas de defeitos
 Fonte: Werkema (1995)

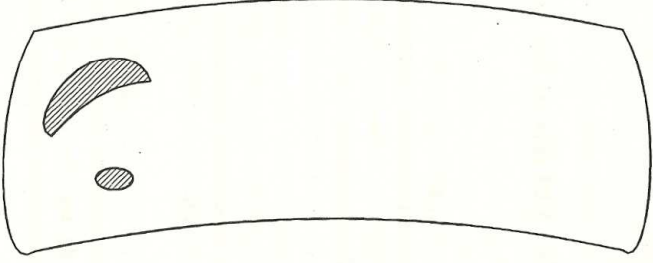
4- *Folha de verificação para localização de defeitos:* Utilizada para identificar o local defeituoso do produto. É utilizada, por exemplo, em algumas concessionárias para registrar arranhões, amassados ou outras marcas no carro antes dele ser deixado para revisão. Um exemplo deste tipo de folha é mostrado na figura 8.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA LOCALIZAÇÃO DE BOLHA

Nome do Produto: Pára-brisa modelo xyz

Material: Vidro

Data: 04/01/95



Observações: _____

Figura 8 - Folha de verificação para localização de defeitos
Fonte: Werkema (1995)

2.4.3. Histograma

O histograma é uma ferramenta gráfica que apresenta a distribuição de freqüências de uma variável. A amostra da variável é subdividida em intervalos e, no gráfico, mostra-se a ocorrência da variável distribuída dentro de cada um desses intervalos, facilitando uma análise de seu comportamento. O gráfico é apresentado em forma de barras verticais de modo que quanto maior a ocorrência, maior a barra.

Segundo Montgomery (2001), em um histograma é possível analisar três propriedades: a forma da distribuição, a tendência central e a variação da distribuição.

A elaboração de um histograma pode resumida em sete etapas:

1. Coletar amostra de 50 a 100 dados;

2. Determinar amplitude total (R);
 $R = \text{Maior Valor Coletado} - \text{Menor Valor Coletado}$
3. Determinar o número de classes (K);
4. Calcule amplitude de classes (h);
 $h = R / K$
5. Determine os limites inferiores e superiores dos intervalos;
 Para o primeiro intervalo:
 Limite inferior = Menor Valor Coletado – h/2
 Limite Superior = Limite Inferior + h
6. Construa a tabela com as freqüências dos dados dentro do intervalo determinado;
7. Monte o gráfico.

O histograma permite perceber facilmente a variabilidade do processo, consistindo em uma técnica simples e eficiente para análise estatística do processo.

O tipo do histograma apresenta informações que permitem inferir sobre o comportamento do processo. Com base no trabalho de Werkema (1995), listaremos os tipos mais comuns.

- Histograma Simétrico

Representado na figura 9, o fluxograma simétrico caracteriza-se por uma alta freqüência no centro e descida gradual, com aparente uniformidade para ambos os lados. Processos bem estruturados e padronizados apresentam este tipo de histograma.

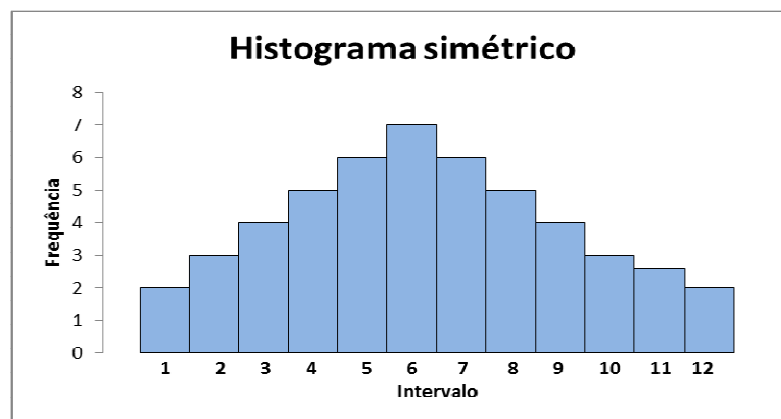


Figura 9 - Histograma Simétrico
 Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

- Histograma assimétrico

Apresenta pico descentralizado e descida gradual em um dos lados enquanto uma descida brusca no outro. Esse histograma mostra que o processo apresenta média fora do centro de variação.

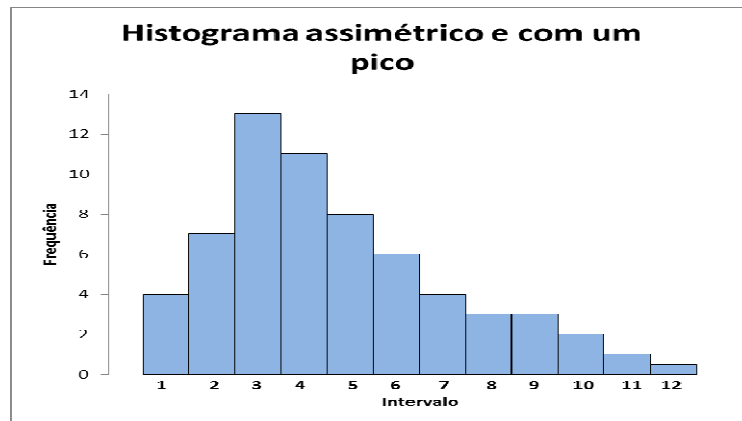


Figura 10 – Histograma Assimétrico
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

- Histograma despenhadeiro

Caracteriza-se por um término repentino em um ou ambos os lados. Acontece possivelmente pela falta ou eliminação de dados do processo.

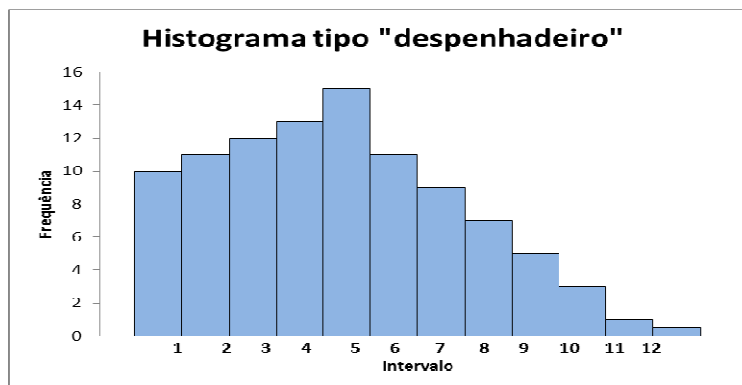


Figura 11 – Histograma Despenhadeiro
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

- Histograma com dois picos

Ocorre quando há uma frequência baixa entre dois centros de maior frequência. Acontece quando o processo foi avaliado com diferentes condições, como materiais ou empregados diferentes.

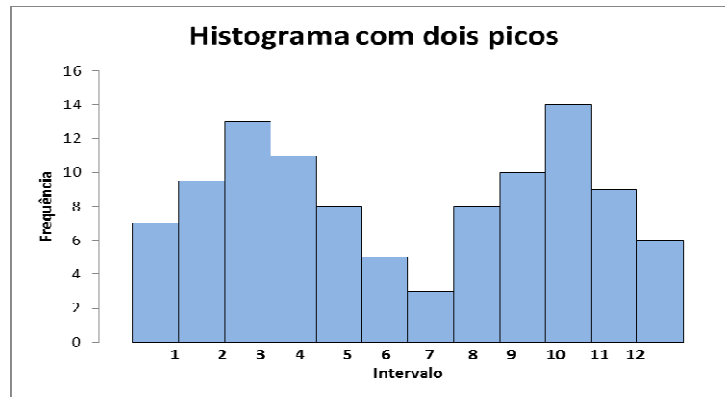


Figura 12 – Histograma com Dois Picos
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

- Histograma platô

Apresenta classes com frequências próximas umas das outras, exceto pelas classes extremas. Possível quando mistura distribuições com médias semelhantes.

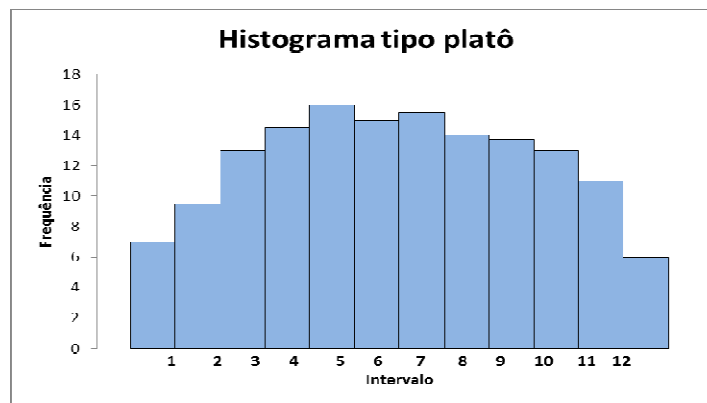


Figura 13 – Histograma Platô
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

- Histograma com pequena ilha

Apresenta uma distribuição simétrica com algumas classes afastadas, passível de ter acontecido por erros de coleta de dados e medições.

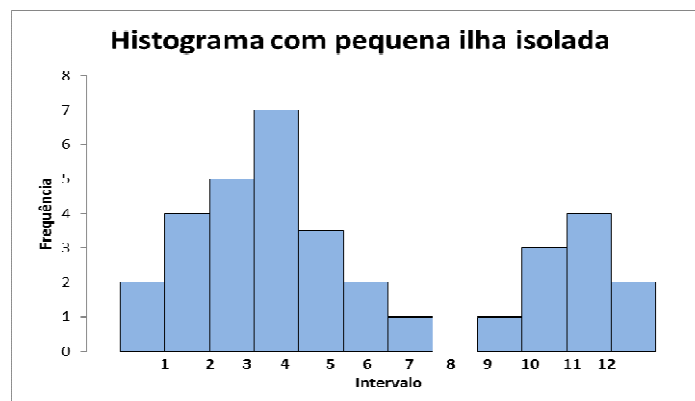


Figura 14 – Histograma com Pequena Ilha
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

2.4.4. Diagrama de Pareto

Werkema (1995) define Diagrama de Pareto como um recurso gráfico que dispõe a informação de modo a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos.

É assim chamado por ter sido idealizado, como teoria de distribuição de renda, pelo economista italiano Vilfredo Pareto. Vilfredo em seus estudos identificou que a distribuição de renda é desigual, pois 80% de toda a riqueza gerada estavam concentradas com 20% da população.

Posteriormente, identificando que os problemas mais custosos para a empresa são causados pela minoria dos fatores, Juran difundiu a ferramenta com o objetivo de focalizar os esforços nas causas que trarão o melhor resultado.

O princípio de Pareto classifica as questões de qualidade como pouco vitais e muito triviais. Os pouco vitais são os problemas que ocorrem com baixa frequência, porém causam grande impacto dos resultados da organização. Já os muito triviais são os que ocorrem com alta frequência, por causas diversas, porém tem pouco impacto para organização.

A ferramenta pode ser elaborada seguindo cinco etapas:

1. Definir o tipo de problema a ser estudado;
2. Determinar e coletar dados utilizando lista de verificação;
3. Calcular número de ocorrências de cada item na lista e organizar em ordem decrescente;
4. Calcular percentuais acumulados para cada item;
5. Montar gráfico de barras.

Os itens avaliados são estruturados também em ordem decrescente de ocorrências e uma linha mostra o percentual acumulado dos itens em seqüência.

No diagrama apresentado na figura 15, o eixo Y mostra a frequência dos problemas registrados, ou seja, quantas vezes cada um foi identificado durante a coleta de dados. A linha amostral mostra de forma acumulada o impacto percentual dos

problemas, ou seja, quanto sua ocorrência representa percentualmente em relação a todos os dados coletados.

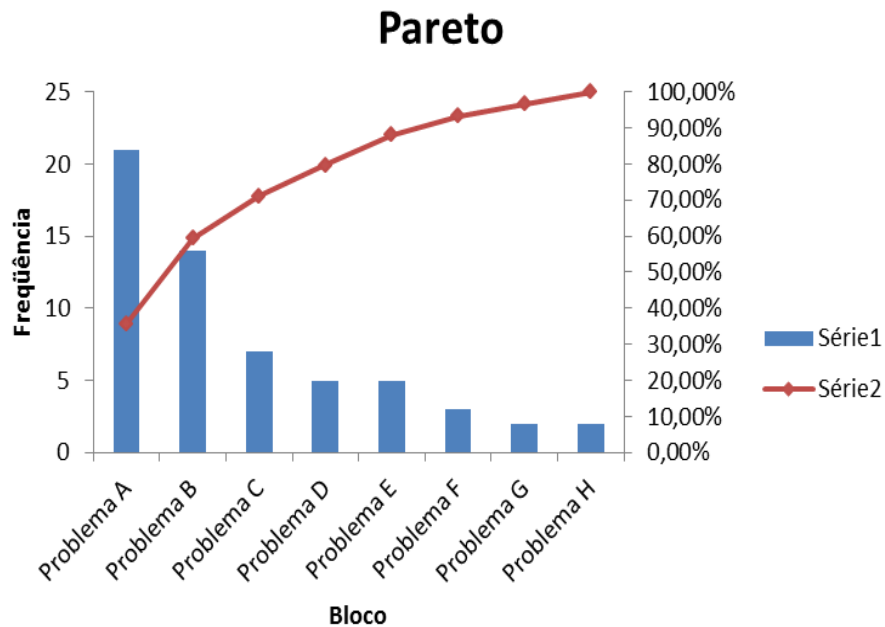


Figura 15 – Diagrama de Pareto
Fonte: Autor

2.4.5. Fluxograma

O fluxograma consiste em um diagrama que representa, de forma simples, clara e em uma sequência lógica, o passo a passo de determinado fluxo ou processo. Segundo Slack (2009), eles registram estágios na passagem de informação, produtos, trabalho ou consumidores.

A estruturação do fluxograma deve ser feita pela pessoa que mais entende do processo de forma global. Para sua montagem basta listar as principais etapas de trabalho e organizá-las na sequência utilizando a simbologia adequada para cada tipo de operação, conforme apresentado na tabela 3.

Com a elaboração do fluxograma é possível ter um melhor entendimento das entradas e saídas do sistema, identificando pontos que possivelmente necessitam de melhorias. Além disso, facilita para passar informações sobre o processo. A figura

16 apresenta um exemplo de fluxograma para a Fabricação e Distribuição de Empadas.

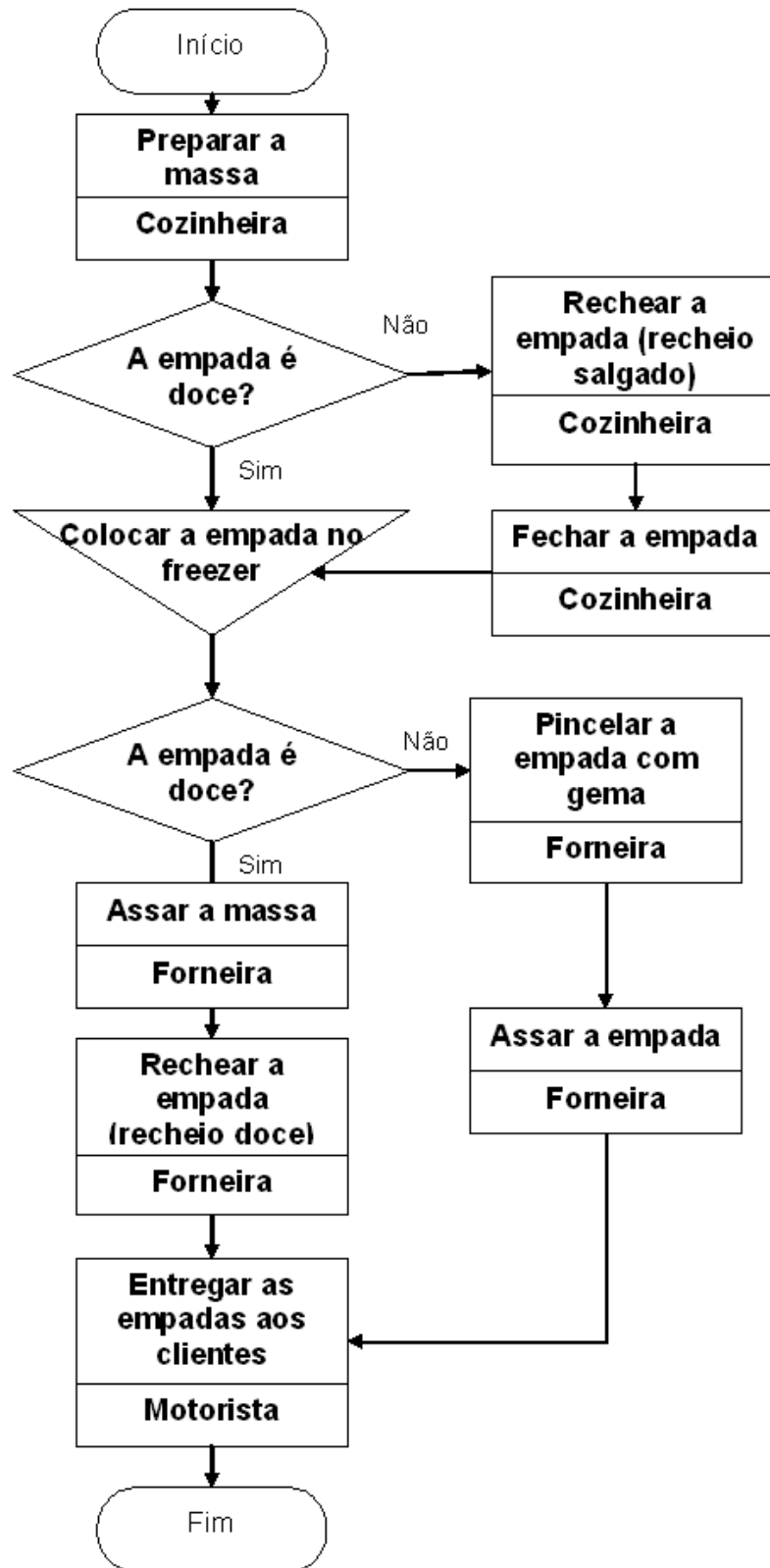
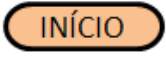
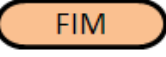



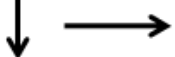


Figura 16 - Fluxograma do Processo de Fabricação e Distribuição de Empadas

Fonte: Autor

TABELA 3 – SIMBOLOGIA BÁSICA DO FLUXOGRAMA

SÍMBOLO	ESTÁGIO	EXPLICAÇÃO
	Início	Indica o início do fluxograma
	Finalização	Indica o fim do fluxograma
	Processo	Representa a atividade a ser executada. O nome da atividade deve ser composto por um verbo no tempo presente e um substantivo. Exemplo: Monta computador
	Decisão	Utilizado quando mais de um evento pode ocorrer de uma mesma atividade
	Conector de página	Utilizado quando é necessário mais de uma página para exibição do fluxograma
	Indicador de fluxo	Direciona o fluxo

Fonte: Autor

2.4.6. Gráfico de Dispersão

O gráfico de dispersão analisa a influência de uma variável quantitativa sobre outra, podendo avaliar a correlação entre ambas.

Para elaborar o gráfico, primeiramente será coletado um conjunto de dados das variáveis que serão estudadas. Sugere-se coletar pelo menos 30 dados. Cada variável será representada em um eixo do gráfico e cada par de dados será plotado na posição correspondente a ambas variáveis.

Dado a distribuição dos pontos no gráfico, são analisadas as relações entre os pontos e a inclinação da distribuição.

A relação entre os pontos pode ser forte, moderada ou não existir. Considerando o estudo de duas variáveis, x e y . A relação entre elas será forte quando uma variação em x necessariamente implica numa variação em y . Moderada quando y tende a variar com x , porém essa relação não é tão forte, o que indica que outras variáveis não estudadas também afetam a variabilidade das condições estudadas. Não existe

correlação quando não existe relação entre x e y , ou seja, a variação de uma não afeta a ocorrência da outra.

A inclinação é negativa quando ao aumentar x , y diminui; ou seja, são inversamente proporcionais. É positiva quando ao aumentar x , y aumenta, ou seja, são diretamente proporcionais.

As figuras 17, 18, 19, 20 e 21 mostram exemplos de Gráficos de Dispersão com forte correlação positiva, moderada correlação positiva, sem correlação, moderada correlação negativa e forte correlação negativa, respectivamente.

Para análise e solução de problemas, utilizamos esse gráfico para focar nas variáveis que possuem maiores influências no processo estudado, dado uma possível relação de causa e efeito.

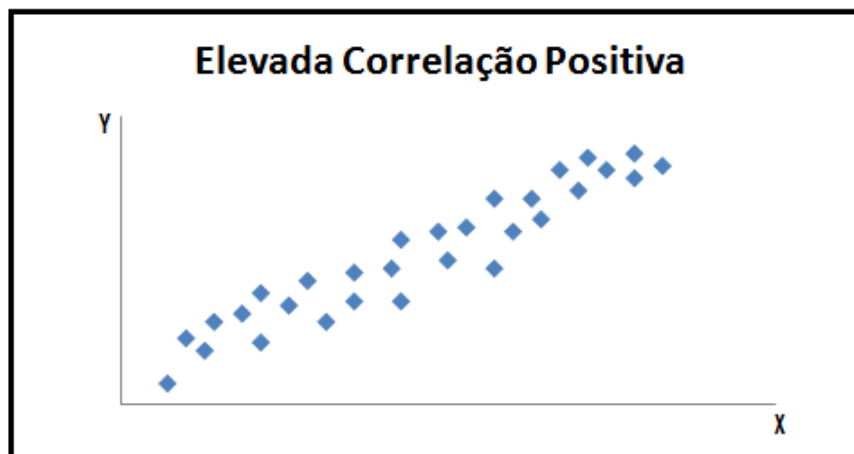


Figura 17 - Diagrama de Dispersão com Elevada Correlação Positiva
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

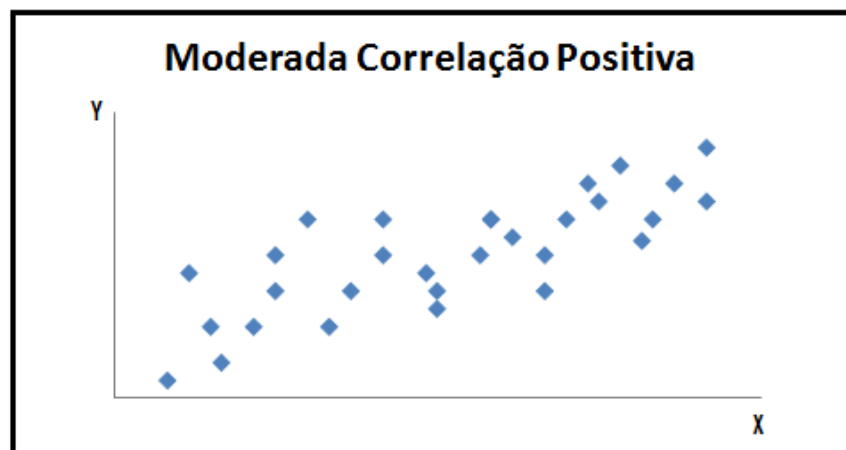


Figura 18 - Diagrama de Dispersão com Moderada Correlação Positiva
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

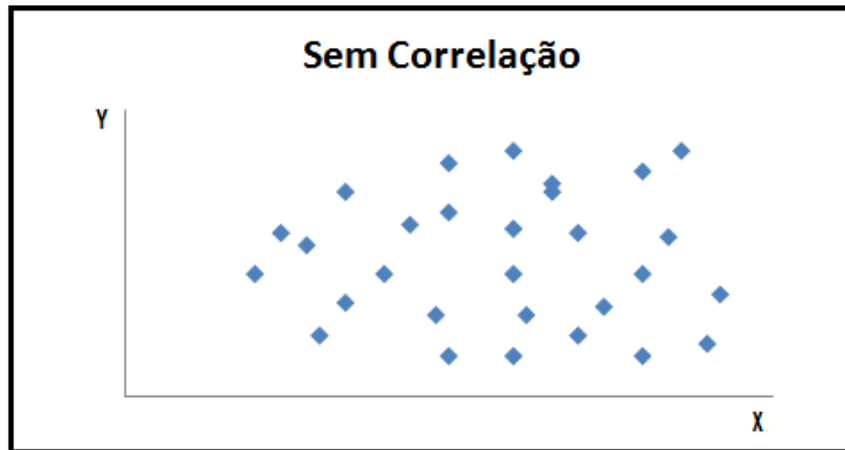


Figura 19 - Diagrama de Dispersão sem Correlação
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

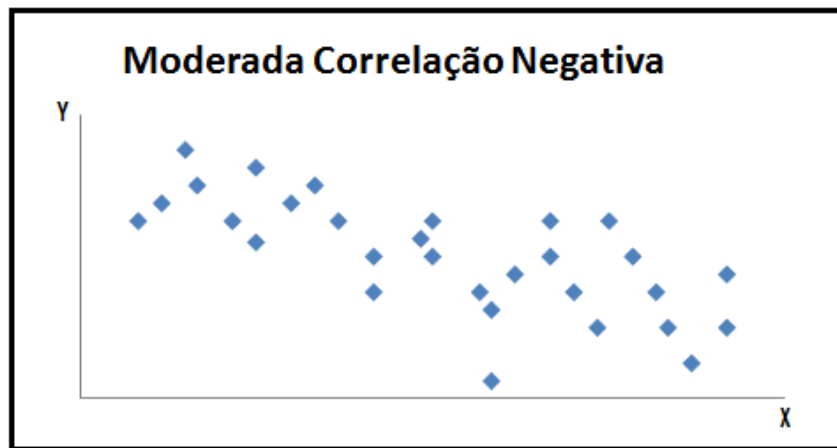


Figura 20 - Diagrama de Dispersão com Moderada Correlação Negativa
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

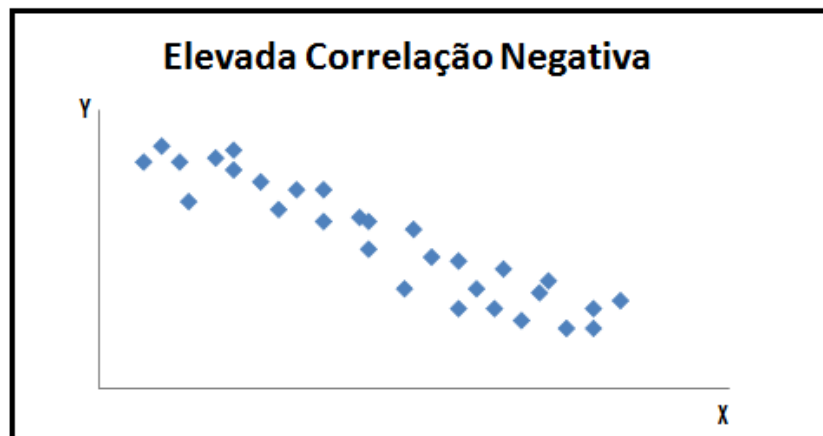


Figura 21 - Diagrama de Dispersão com Elevada Correlação Negativa
Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

É importante observar que os outliers – pontos atípicos – não são considerados na análise do diagrama de dispersão. Porém uma análise desses pontos pode fornecer informações valiosas sobre o processo caso sua ocorrência não seja por causa de um erro de coleta de dados.

2.4.7. Cartas de Controle

Desenvolvida em 1924 por Dr. Walter A. Shewhart, a criação das Cartas de Controle marca o início do desenvolvimento do Controle da Qualidade.

Cartas de controle são gráficos que visam mostrar, estatisticamente, se um processo está com o desempenho esperado ou não, ou seja, se está sob controle. Desta forma é possível detectar e atuar nas causas de variação do processo.

Para esse estudo são considerados dois tipos de causas de variação: as causas comuns e as causas especiais. As causas comuns são as esporádicas, que vão ocorrer mesmo que o processo esteja sendo executado da melhor maneira possível, por isso quando ocorrem apenas causas especiais o processo é considerado sob controle. Já as causas especiais são as que podem ser evitadas a partir de uma melhoria no processo e por isso sua ocorrência torna o processo fora de controle.

Existem dois tipos de carta de controle: de variáveis e de atributos. As cartas de controle de variáveis são aquelas com características da qualidade que podem ser medidas numa escala numérica, como a temperatura, volume, diâmetro, entre outros. São comumente denominadas de cartas "X" e cartas "R". A carta de controle X é em relação a média e a carta de controle R é em relação a amplitude.

As cartas de controle de atributos são utilizadas em casos em que não é possível determinar a característica da qualidade numericamente e, por isso, são determinadas como conforme ou não conformes. São comumente denominadas de cartas "p" e cartas "c".

a. Construção de Cartas X e R

As cartas X e R devem ser utilizadas conjuntamente. Para construção, deve-se primeiramente coletar várias amostras de pelo menos quatro observações cada uma. Após coleta dos dados a serem analisados, os seguintes passos devem ser seguidos, conforme proposto por Werkema (1995):

1. Calcular a média de cada amostra coletada (X);
2. Calcular a amplitude de cada amostra coletada (R);
 $R = \text{maior valor da amostra} - \text{menor valor da amostra}$
3. Calcular a média das amplitudes (R_{med});

4. Calcular a média das médias (X_{med});

5. Calcular os limites de controle utilizando as seguintes fórmulas:

- Cartas X

$$LSC = X_{med} + A_2 * R_{med}$$

$$LC = X_{med}$$

$$LIC = X_{med} - A_2 * R_{med}$$

- Cartas R

$$LSC = D_4 * R_{med}$$

$$LC = R$$

$$LIC = D_3 * R_{med}$$

Os valores de A_2 , D_3 e D_4 estão no Anexo II, tabela retirada de Montgomery (2009).

Em seguida, basta criar uma linha central com o valor de X para a Carta X e outro com o valor de R para a carta R e traças a linha dos limites. Ao representar os pontos da amostra deve-se observar se existem pontos fora das linhas de limite. Se sim, significa variabilidade no processo, no caso de cartas R, ou variação da média, no caso de cartas X.

As figuras 22 e 23 representam Cartas de Controle X e R, respectivamente, para processos sob controle.

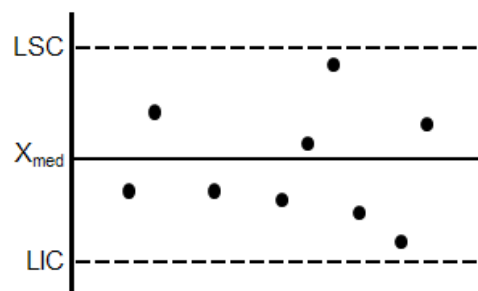


Figura 22 - Carta de Controle X
Fonte: Autor

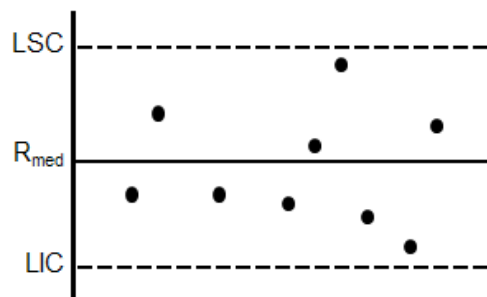


Figura 23 - Cartas de Controle R
Fonte: Autor

b. Construção de Cartas de controle de atributos

A Carta P é utilizada para controlar a fração defeituosa da produção, já a carta C controla o número de não conformidades.

O processo se inicia com a Coleta de dados. Em seguida, os seguintes passos devem ser seguidos, conforme proposto por Brassard (2000):

1. Calcular o valor de P;

$$P = (\text{Número total de Rejeições no Subgrupo}) / (\text{número inspecionado no subgrupo})$$

2. Calcular a média de P;

$$P_{med} = (\text{número total de rejeições}) / (\text{número total inspecionado})$$

3. Calcular a média de C;

$$C_{med} = (\text{número total de não conformidades}) / (\text{número total de sub-grupos})$$

4. Calcular os limites de controle utilizando as seguintes fórmulas:

- Cartas P

$$LSC = P_{med} + 3 * [P_{med} * (1-P_{med})^{0,5}] / [n^{0,5}]$$

$$LC = P_{med}$$

$$LIC = P_{med} - 3 * [P_{med} * (1-P_{med})^{0,5}] / [n^{0,5}]$$

- Cartas C

$$LSC = C_{med} + 3 (C_{med}^{0,5})$$

$$LC = C_{med}$$

$$LIC = C_{med} - 3 (C_{med}^{0,5})$$

Com os valores calculados é só desenhar as linhas de controle e plotar cada dado coletado, conforme exemplos das figuras 24 e 25. A análise dos dados é feita da mesma forma que para as cartas X e R.

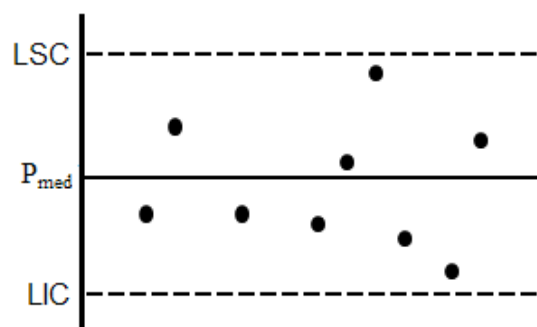


Figura 24 - Cartas de Controle P
Fonte: Autor

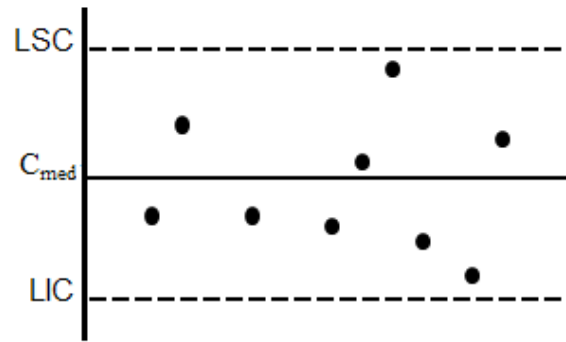


Figura 25 - Cartas de Controle C
Fonte: Autor

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Pesquisa

Para a classificação da pesquisa toma-se como base a taxonomia apresentada por Vergara (2003), que a qualifica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins a pesquisa será metodológica e aplicada. Metodológica porque serão estudadas as melhores ferramentas para solucionar os problemas da empresa em questão, logo serão aplicados instrumentos para captar, interpretar e melhorar a realidade estudada. Será aplicada, pois tentaremos resolver problemas concretos de uma empresa de andaimes utilizando as ferramentas da qualidade.

Quanto aos meios a pesquisa será de campo, bibliográfica e estudo de caso. De campo uma vez que a investigação do problema a ser solucionado será feito por meio de entrevista na empresa estudada. Será bibliográfica, pois o entendimento das ferramentas da qualidade, bem como a fundamentação teórica, serão feitos através de estudo em livros, periódicos, revistas e redes eletrônicas.

Estudo de Caso, pois será realizada uma aplicação prática em uma empresa de andaimes com o objetivo de propor melhorias a um determinado problema utilizando as ferramentas da qualidade e o ciclo PDCA. Para isso será necessário interagir com a empresa de modo a se aprofundar na sua realidade, entender seus processos e identificar oportunidades de melhoria.

3.2. Coleta de dados

Na pesquisa de campo, serão levantadas inicialmente, por meio de entrevistas informais com os supervisores de diferentes setores, falhas já conhecidas do processo, considerando desde a estruturação de um projeto até a desmontagem dos andaimes. Antes da entrevista será apresentado o objetivo do trabalho para sintonizar o entrevistado ao estudo e, desta forma, direcionar as respostas para situações aplicáveis. Durante a entrevista os supervisores serão estimulados a compartilhar experiências negativas e recorrentes do trabalho.

Com os problemas levantados, será realizada uma pesquisa bibliográfica à livros e trabalhos publicados com o intuito de conhecer soluções para problemas semelhantes e melhor interagir com as Ferramentas da Qualidade e o PDCA.

A coleta dos dados necessários para aplicação do método será feita inicialmente no banco de dados da empresa, buscando sempre os mais recentes. Caso a empresa julgue necessário preservar dados sigilosos, os dados poderão ser fornecidos em porcentagem ou multiplicados por algum fator, de modo que não altere o resultado final do estudo.

Quando alguma informação não cadastrada no banco de dados for necessária, ela será coletado na empresa, em horário administrativo, por meio de observação e formulários pré estruturados.

3.3. Tratamento dos dados

Ao optar por trabalhar com as Ferramentas da Qualidade infere-se que o tratamento dos dados coletados poderá ser tanto quantitativo quanto qualitativo, dependendo da ferramenta utilizada.

Para o Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Fluxograma e Folha de Verificação, os dados serão tratados qualitativamente, pois essas são ferramentas utilizadas para organizar os dados de forma estruturada e assim facilitar a análise.

Já para Cartas de controle, Diagramas de dispersão e Histograma o tratamento dos dados é quantitativo paramétrico. Nesses casos são utilizados procedimentos estatísticos para apresentação e análise.

4. ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso consiste em realizar a primeira fase do Ciclo PDCA - o Planejamento - em uma empresa de Andaimos, apresentada no tópico 4.1. O Planejamento foi estruturado conforme metodologia sugerida por Campos (2002) que é composta pelas etapas de Identificação do problema, Observação, Análise e Plano de Ação, apresentadas respectivamente nos tópicos 4.2., 4.3., 4.4. e 4.5..

4.1. A empresa

A Contrex Serviços Ltda é uma empresa especializada na produção, montagem e locação de andaimes industriais, possuindo projetos estruturais e tridimensionais na área. A sede localiza-se em Aracruz – ES, contudo possui filiais espalhadas por todo o Brasil.

A empresa trabalha tanto com andaimes leves e aplicados a pequenos serviços quanto com serviços pesados voltados para as grandes indústrias. A visão da empresa é ser reconhecida nacionalmente como sinônimo de solução em andaimes industriais e proporcionar satisfação e orgulho aos clientes e aos colaboradores. Para isso, investe no desenvolvimento de seus funcionários, fornecedores e recursos, visando atender melhor a seus clientes.

Andaimes, segundo a Norma Técnica Brasileira, são definidos como:

Plataformas necessárias à execução de trabalhos em lugares elevados, onde não possam ser executados em condições de segurança a partir do piso. São utilizados em serviços de construção, reforma, demolição, pintura, limpeza e manutenção. (NBR 6494)

A Contrex trabalha com dois tipos de Andaimes: os internos e os externos. Andaimes internos são montados no interior de construções ou equipamentos, conforme mostrado na figura 26. Este tipo de montagem é mais detalhada, e por isso exige planejamento mais específico. Andaime externo é realizado na parte externa de uma construção ou equipamento, conforme figura 27.

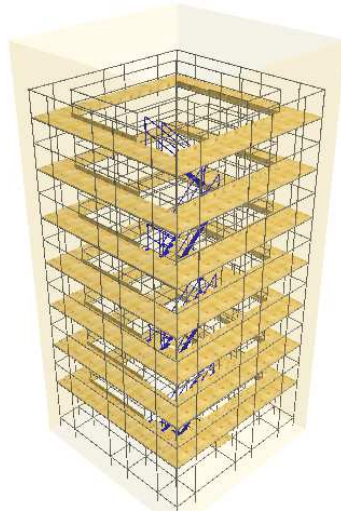


Figura 26 – Projeto Andaime Interno
Fonte: Contrex



Figura 27 - Exemplo de montagem externa
Fonte: Contrex

As etapas do processo desenvolvido pela Contrex podem ser observadas no Fluxograma apresentado na figura 28. O fluxo engloba as principais macro atividades executadas: elaboração do projeto, montagem e desmontagem dos andaimes.

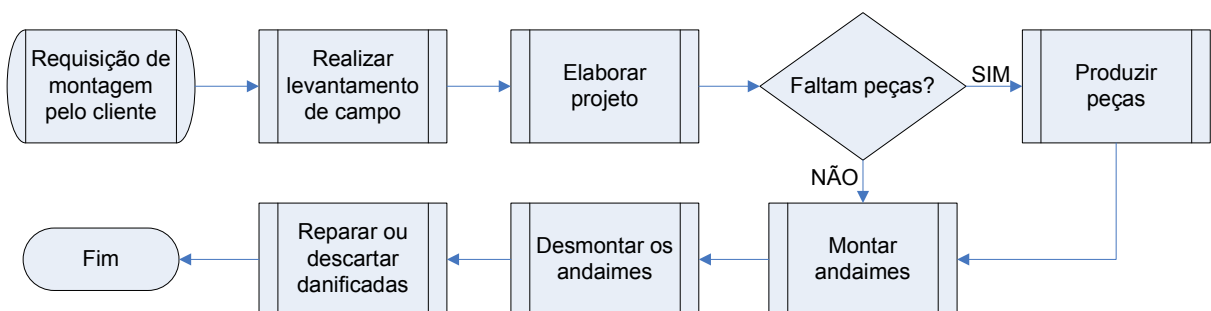


Figura 28 – Fluxograma de Operações da Contrex

4.2. Identificação do problema

Por relato de supervisores e gerentes, identificou-se que muito comumente ocorre divergência entre o planejamento para montagem de andaimes e o que é executado. O planejamento de montagem consiste definição das dimensões (volume) de andaime que devem ser entregues ao cliente e o executado consiste nas reais necessidades identificadas no processo de montagem.

Ou seja, na fase de planejamento é levantada a necessidade, por exemplo, de montar 10m^3 de andaime em uma obra, e o contrato é elaborado e fechado para este valor. Porém, no processo de montagem, identifica-se que o volume calculado não é o ideal para o local, podendo ocorrer sobra ou falta de material, logo são entregues, por exemplo, 15m^3 ou 9m^3 ao invés de 10m^3 .

Para focar o estudo, analisamos por Pareto a distribuição das montagens executadas no ano de 2010 para cada cliente. De um total de quase 350.000 m^3 de andaime montados, percebemos que 45% foram realizados para a empresa A, conforme apresentado na figura 29, e por isso priorizamos a análise desta empresa.

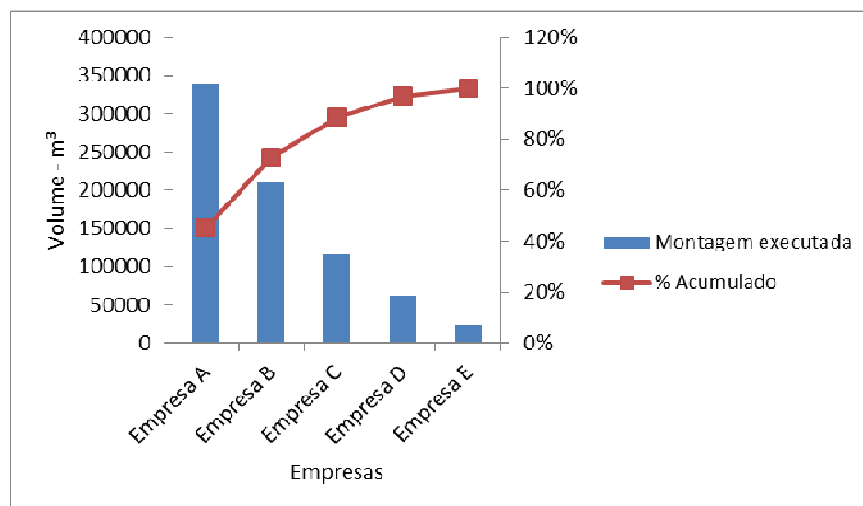


Figura 29 - Pareto das Montagens realizadas em 2010

Selecionamos aleatoriamente uma amostra de 250 montagens realizadas para Empresa A no ano passado e analisamos, por Pareto, a gravidade das variações entre o projetado e o executado.

No gráfico, apresentado na Figura 30, representamos o número de montagens corretas – número de vezes em que o volume de andaimes planejado correspondeu ao montado - e o número de erradas, situação oposta. É possível também observar a porcentagem acumulada para cada situação.

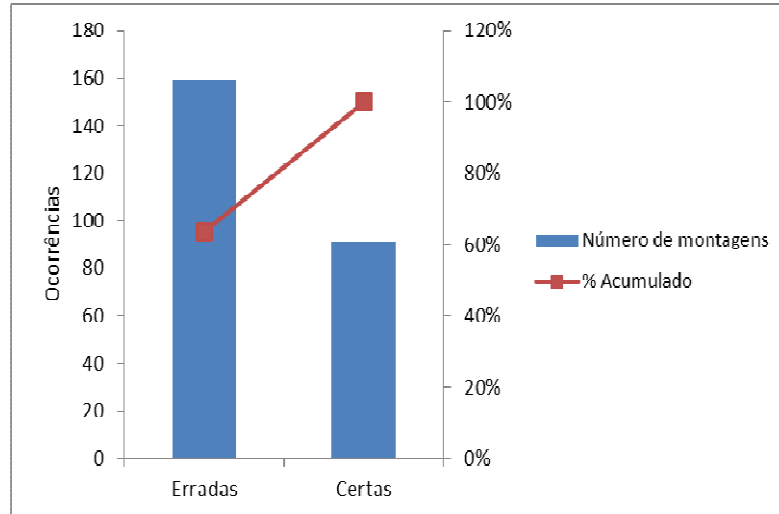


Figura 30 – Pareto das Montagens realizadas para empresa A em 2010

Pela análise do diagrama percebemos que ocorreram erros em 64% das montagens realizadas, ou seja, mais da metade do que foi planejado não correspondeu ao executado. Este índice permite deduzir que impacto causado por este problema no resultado da empresa é alto, justificando nossa atuação neste ponto.

Definimos então como meta reduzir as ocorrências de erros de planejamento para Empresa A em 50% até 2012. Para exemplificar, fizemos uma projeção do ano de 2012 na figura 31. Por ela vemos que, se no ano de 2012 forem realizados novamente 160 projetos, apenas 80 deles poderão ter variação do volume durante a montagem.

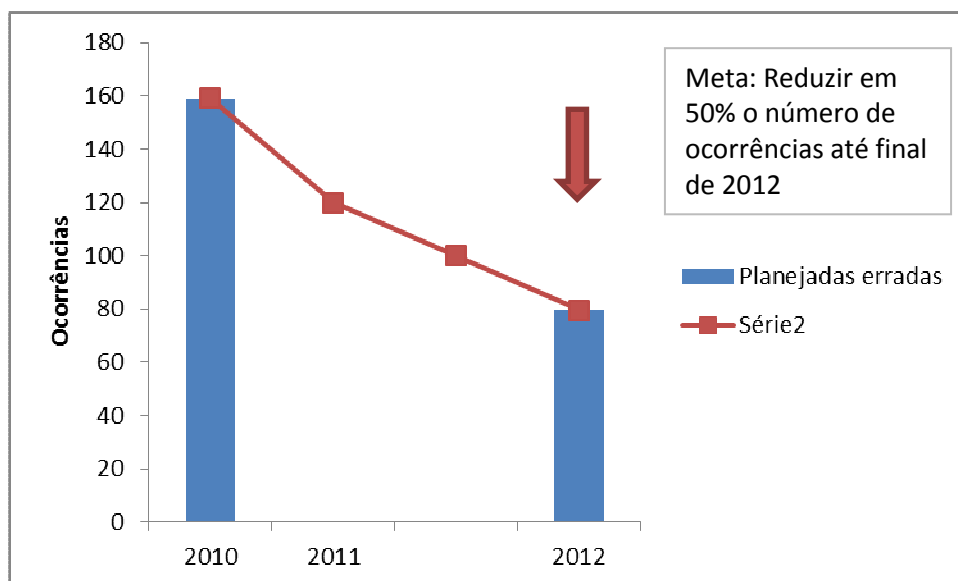


Figura 31 – Meta do Trabalho para 2012

4.3. Observação

Como a empresa realiza projetos para dois tipos de andaimes, o interno e o externo, foi necessário avaliar o impacto de cada um deles no problema. Para isso estratificamos os erros ocorridos em 2010 para andaimes internos e externos. O Pareto apresentado na Figura 32 mostra que, das 160 montagens realizadas para empresa A, 110 correspondem a andaimes externos e 50 a internos. A montagem externa corresponde a 68,75% do total realizado.

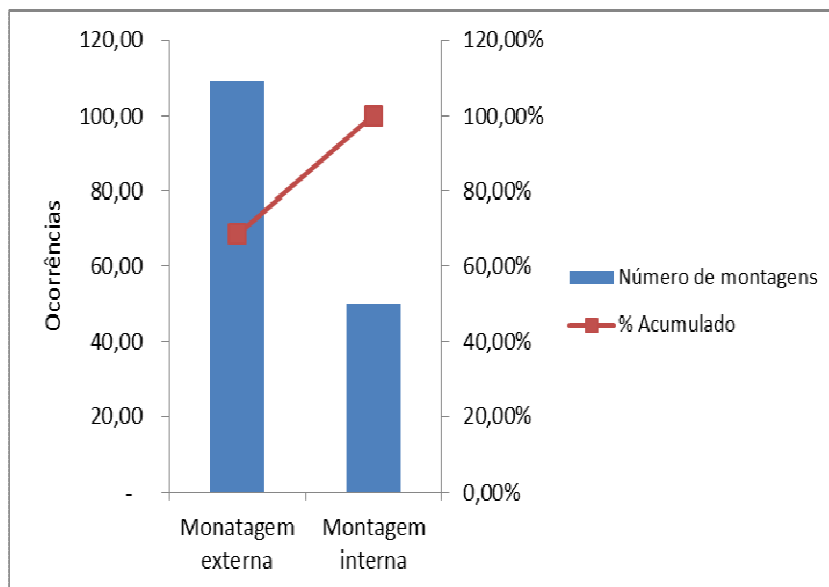


Figura 32 – Distribuição das montagens realizadas para empresa A em 2010 por tipo de produto

Estratificamos também, para cada produto, a ocorrência de desvios para mais - situação na qual o volume de andaimes montados foi superior ao planejado - e para menos, situação oposta.

Na Figura 33 apresentamos o Pareto realizado para Projetos Externos, no qual notamos que em 57% das montagens ocorrem erros de Planejamento para menos, ou seja, o planejado é menor que o executado.

Neste tipo de erro, estima-se que as principais perdas monetárias são o custo de transporte das peças não utilizadas ao local da montagem e o custo de oportunidade dessas peças, que poderiam ter sido realocadas para outro projeto.

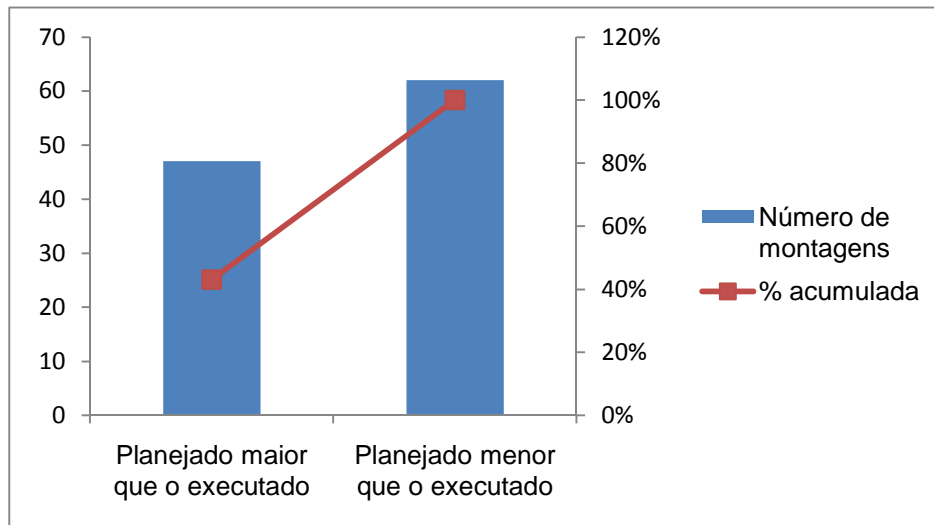


Figura 33 – Estratificação dos erros ocorridos em Montagem Externa

A mesma análise foi realizada para Projetos Internos, conforme Figura 34. Nesse caso observou-se que 52% das montagens tiveram erros de Planejamento para mais, situação oposta ao caso anterior.

Para os casos nos quais a montagem é superior ao orçado, os prejuízos calculados são o de atraso no cronograma de obras, custo de produção de emergência e a entrega de material extra.

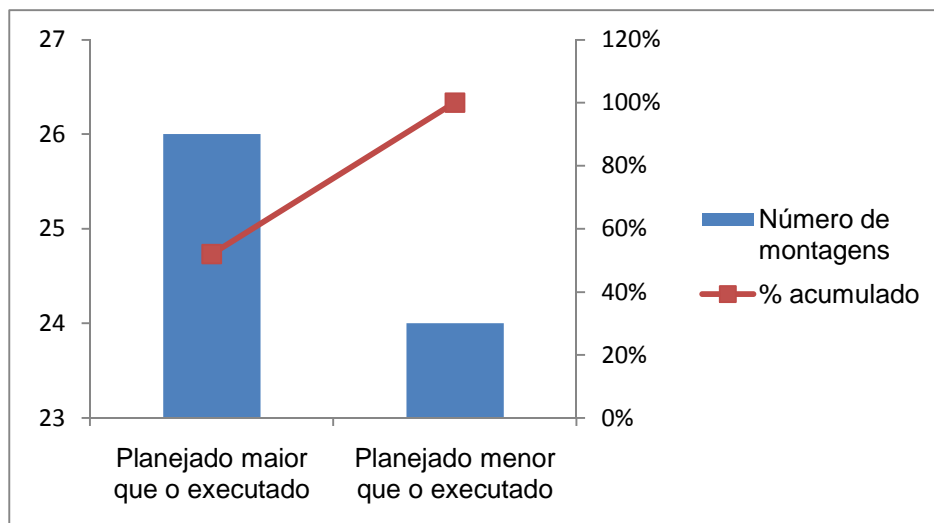


Figura 34 - Estratificação dos erros ocorridos em Montagem Interna

Embora pareça viável realizar análises diferentes para cada produto, os resultados da Observação demonstram que a proporção encontrada em ambos os casos se aproxima de 50%. Com isso concluímos que existe aleatoriedade na ocorrência de cada tipo de caso. Desta forma, estudaremos o problema de modo geral, sem

considerar se a montagem é externa ou interna ou se o tipo de erro foi para mais ou para menos.

4.4. Análise

Nessa etapa, buscamos entender as causas fundamentais dos desvios entre planejamento e montagem para justificar a ocorrência dos erros de execução. Para isso, primeiramente levantamos, por Brainstorming, os prováveis motivos que levam a ocorrência do problema. No Brainstorming, foram consideradas as causas levantadas com os supervisores durante as visitas e entrevistas realizadas.

Foram levantadas 5 causas principais e 10 sub-causas. São elas:

1. Projeto mal dimensionado:
 - 1.1. Não utilização de instrumentos de medição na coleta;
 - 1.2. Não padronização dos dados coletados;
 - 1.3. Especificação mal feita pelos clientes.
2. Mau dimensionamento do estoque:
 - 2.1. Não utilização de software de apoio.
3. Não seguimento do projeto durante a montagem.
4. Falta de peças:
 - 4.1. Despadronização da produção da peças;
 - 4.2. Não cumprimento dos prazos pela produção;
 - 4.3. Falta de alinhamento das necessidades de montagem com a produção;
 - 4.4. Perda de peças por corrosão.
5. Não treinamento dos funcionários:
 - 5.1. Falha na coleta de dados;
 - 5.2. Falha na execução do projeto.

As causas e sub-causas foram estruturadas em um Diagrama de Causa e Efeito, conforme mostrado na Figura 35.

Como não seria possível estudar todas as causas, utilizamos a matriz GUT - que pontua cada item pelos critérios de Gravidade, Urgência e Tendência e, por multiplicação simples, classifica-os - para avaliar e priorizar o estudo. A tabela 4 apresenta as pontuações de cada causa.

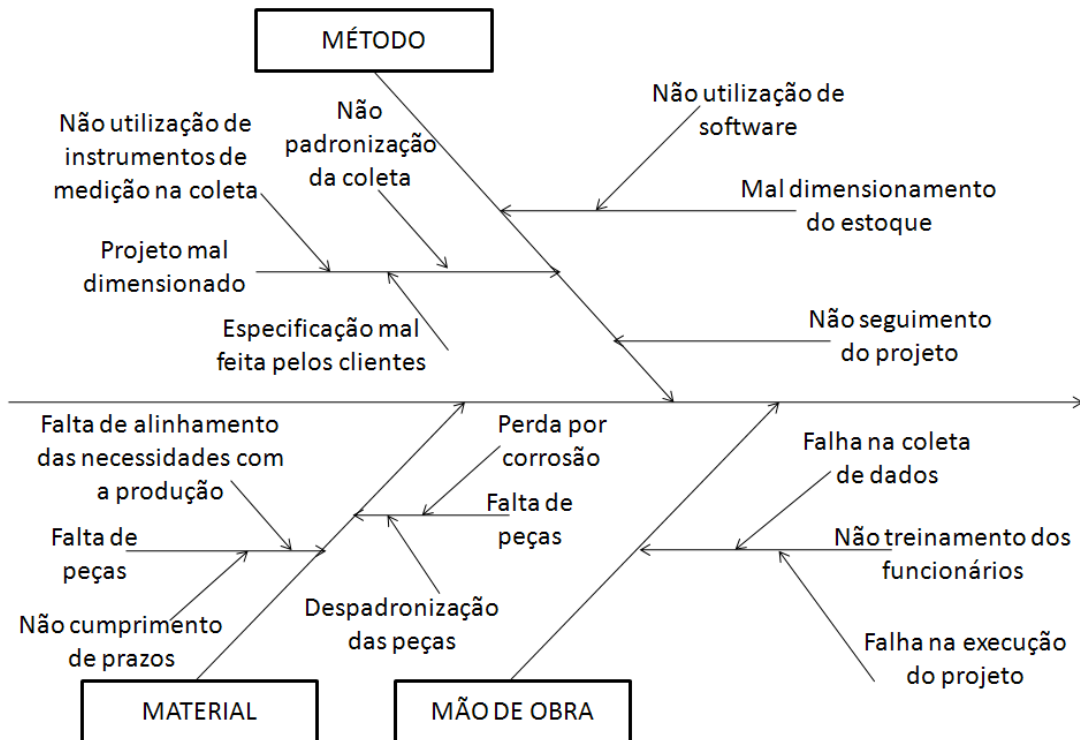


Figura 35 – Diagrama de Causa e Efeito para o Problema de Montagem

TABELA 4 - MATRIZ GUT PARA CAUSAS LEVANTADAS

Matriz GUT					
Classificação	Causas	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
1	Não utilização de softwares adequados	5	5	3	75
2	Perdas de material	5	4	3	60
3	Não utilizar instrumentos de medição	5	5	2	50
4	Despadronização das peças	5	4	2	40
5	Não seguimento do projeto	5	3	2	30
6	Falha na execução	5	3	2	30
7	Não cumprimento de prazos pela produção	5	2	2	20
8	Não padronização da coleta	3	3	2	18
9	Especificação errada dos clientes	4	2	2	16
10	Falha na coleta de dados	4	4	1	16
11	Falta de alinhamento com a produção	4	3	1	12

Por ela concluímos que as 4 causas estudadas serão:

- Perdas de material;
- Não utilizar instrumentos de medição;
- Não utilização de softwares no dimensionamento do estoque;
- Despadronização das peças.

A seguir detalharemos a análise das causas selecionadas para o estudo.

4.4.1. Causa 1: Perda de peças

Há grande interesse por parte da gerencia em solucionar este tipo de problema, pois se estima que, anualmente, sejam descartadas 7,5 toneladas de andaimes devido a causas diversas. Além disso, estima-se que 150 toneladas sofram algum tipo de reparo para serem reutilizadas.

Identificamos que as principais perdas ocorrem devido à deformação, oxidação das peças - fator que é minimizado pelo processo de galvanização - e utilização de produtos químicos. A distribuição das perdas está representada no Diagrama de Pareto da figura 36. Por ele percebemos que pelo menos 80% das perdas ocorrem devido à produtos químicos.

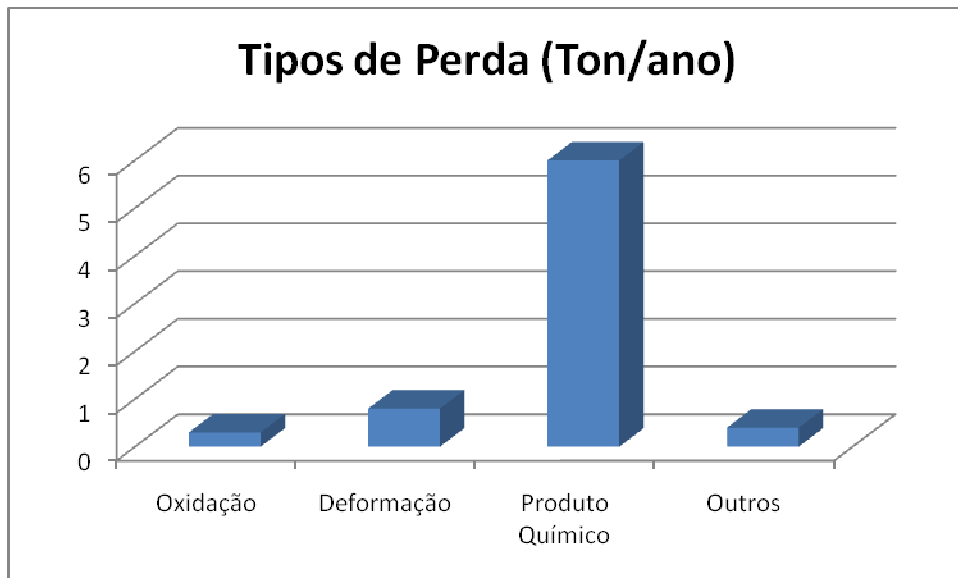


Figura 36 – Estratificação dos motivos de perda de material

A perda por Produtos Químicos ocorre quando os andaimes são alugados para empresas que utilizam ácido em seus reparos, como empresas do setor de papel e celulose. Nesses casos pode ocorrer o respingamento do produto sobre os andaimes, ocasionando a corrosão do mesmo.

Para resolução deste problema buscamos, com profissionais da área de Higiene e Segurança no Trabalho, alternativas de materiais que inibissem a corrosão por ácido. O material mais indicado foi raspas de couro, com o qual seria possível confeccionar uma capa protetora para os andaimes.

Um teste foi realizado com o objetivo de certificar a eficiência da proteção. No teste foram utilizados 27ml de ácido sulfúrico PA 100% concentrado e uma amostra de raspas de couro com 9mm² de área e 3mm de espessura.

O teste foi feito em 6 etapas. Em cada uma delas colocamos entre 4 e 5 ml de ácido sobre a amostra a observamos o que ocorria. Na primeira etapa a amostra queimou e escureceu. Nas etapas subseqüentes apenas escureceu. Não ocorreu a perfuração da amostra e observou-se acúmulo de ácido sobre o material, o que leva a constatação de que não ocorreu absorção do ácido.

As figuras 37 e 38 mostram o estado da amostra de raspa após a 6^a etapa.



Figura 37 - Frente da amostra onde o ácido foi depositado

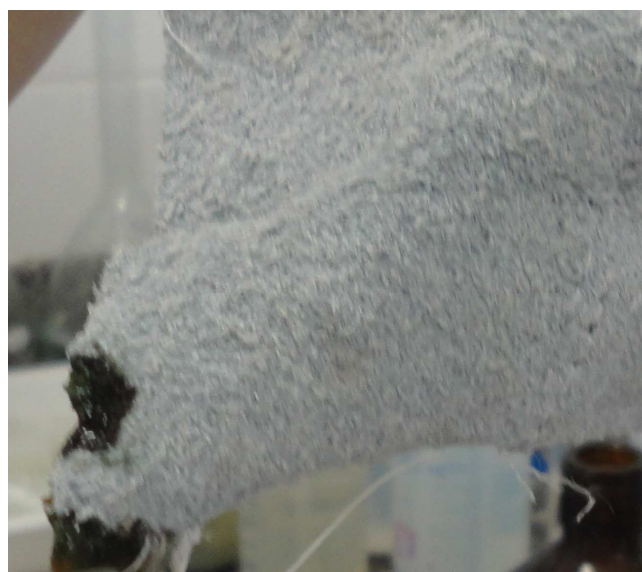


Figura 38 - Verso da amostra onde o ácido foi depositado

4.4.2. Causa 2: Não utilização instrumento de medição na coleta

Discutindo esta causa junto com supervisores da empresa vimos que ela ocorre com maior frequência em projetos para andaimes externos, pois nesses casos geralmente o cliente não possui a planta da estrutura e a medição das dimensões é feita por funcionários da Contrex.

Pesquisamos instrumentos de medição que atenderiam economicamente a empresa e que pudessem solucionar a dificuldade de medir a altura da estrutura onde será montado o andaime. Concluímos que uma trena comum e a trena a laser, utilizadas conjuntamente, são suficientes para realizar todas as medidas necessárias - comprimento, largura e altura - do local onde deverá ser montado o andaime.

Para os casos em que a altura não possa ser medida devido as limitações da trena a laser, é possível determinar a altura da seguindo o seguinte passo-a-passo, cujo esquema está representado na figura 29.

1. Colocar a trena a laser a uma distância em que seja possível atingir o topo da estrutura;
2. Medir com a Trena a laser a distância “z”;
3. Com trena comum, medir as distâncias (relativamente pequenas) de “x” e “y”;
4. Calcular o ângulo do triângulo menor (α) a partir da seguinte fórmula:

$$\alpha = \arctg (y / x)$$
5. Calcular a altura (h) pela fórmula:

$$h = z * (\text{seno } \alpha)$$

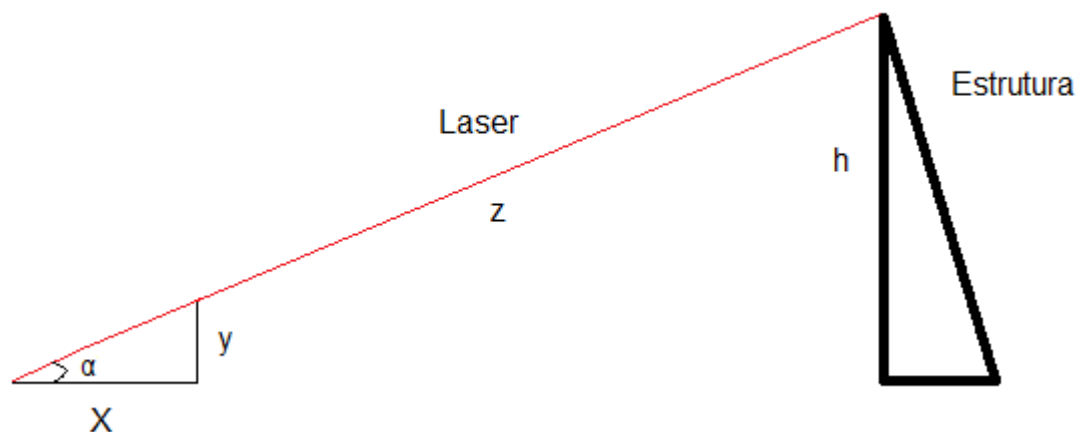


Figura 39 – Esquema para Cálculo de Altura

A vantagem desta solução é que o valor que aquisição das ferramentas de medida é baixo e os empregados podem ser facilmente treinados a utilizarem o método.

4.4.3. Causa 3: Não utilizar softwares adequados no planejamento

Atualmente a empresa não realiza planejamento para a produção, que é determinada pelo supervisor da área. As peças mais requisitadas são prioridade de fabricação até que seja feita alguma solicitação de emergência. Acredita-se que, trabalhando desta forma, a produção não será capaz de atender as necessidades da montagem. A falta de um software de planejamento também ocasiona um mau dimensionamento do estoque atual e da quantidade de peças que estão alugadas no momento, bem como a data de liberação das mesmas.

A Contrex trabalha com um software chamado de Sênior Sistemas que possui módulos financeiros, comercial e recursos humanos. Contudo, ele não é específico para realizar o planejamento, programação e controle da montagem.

O investimento em um software ERP seria vantajoso para atender a reais necessidades da empresa. Com isso, seria possível alinhar o planejamento e execução da montagem com a produção de andaimes.

Uma alternativa à compra de um software ERP é desenvolver em planilha eletrônica uma programação específica para realizar o planejamento, a programação e o controle da montagem.

Desenvolvemos uma programação em Excel, baseada em conceitos de MRP (Material Resource Planning), para a realidade da empresa. A programação permite cadastrar o planejamento da montagem por período, determina, pelo lead-time de entrega, a data de início da produção e a quantidade a ser produzida e projeta o estoque a partir desses dados e do estoque de segurança pré-determinado. Com este programa é possível ainda acompanhar a execução reajustando os níveis de estoque de acordo com a produção e a montagem de cada período.

As figuras 5, 6 e 7 mostram a estrutura do programa desenvolvido e o planejamento realizado respectivamente para os três principais componentes do andaime: Poste, Travessa e Trelça.

TABELA 5 – PLANEJAMENTO DE POSTE DE 4 METROS

Poste 4 m		1	2	3	4	5
Executado		60	60			
Planejado		60	60	60	50	50
Rec. Progr.						
Estoque Disp.	120	60	50	40	40	40
Ordens Planejadas		0	50	50	50	50
Liber. de Ordens		50	50	50	50	50
Diferença (Planej. - Executado)		0	0	0	0	0
Perdas						
LOTE MÍNIMO=		50				
LT=		1				
ES=		20				

TABELA 6 – PLANEJAMENTO DE TRAVESSA DE 4,80 METROS

Travessa 4,80 m		1	2	3	4	5
Executado		85	85			
Planejado		80	90	80	90	70
Rec. Progr.						
Estoque Disp.	120	35	5	0	0	0
Ordens Planejadas		0	55	75	90	70
Liber. de Ordens		75	75	90	70	70
Diferença (Planej. - Executado)		-5	5	0	0	0
Perdas						
LOTE MÍNIMO=		50				
LT=		1				
ES=		20				

TABELA 7 – PLANEJAMENTO DE TRELIÇA DE 1,05 METROS

Treliça 1,05 m		1	2	3	4	5
Executado		32	38			
Planejado		30	40	45	35	50
Rec. Progr.						
Estoque Disp.	120	88	50	5	0	0
Ordens Planejadas		0	0	0	30	50
Liber. de Ordens		15	35	50	40	40
Diferença (Planej. - Executado)		-2	2	0	0	0
Perdas						
LOTE MÍNIMO=		0				
LT=		2				
ES=		20				

A “liberação de ordens” diz respeito às ordens de produção e levam em consideração o lead time, o lote mínimo de produção e o estoque de segurança. A linha “ordens planejadas” diz respeito ao recebimento do material, originado das

ordens de produção. O “recebimento programado” é também o recebimento do material originado das ordens de produção, porém vindo de períodos anteriores aos especificados de acordo com o lead time.

A função: “se (teste lógico; valor se verdadeiro; valor se falso)” do Excel foi utilizada para calcular o campo de Ordens Planejadas. A equação, que retorna o valor necessário de material que deve ser recebido, foi montada da seguinte forma:

Ordens planejadas = se (recebimento programado – planejado + estoque disponível do período anterior < estoque de segurança; se (lote mínimo + recebimento programado – planejado + estoque disponível do período anterior > estoque de segurança; lote mínimo; planejado + estoque de segurança – recebimento programado – estoque disponível do dia anterior); 0)

Foi utilizada uma programação em Visual Basic que faz a projeção da produção automaticamente. A programação utilizada no recurso VBA esta descrita no Anexo I.

Quando executada, na planilha de trabalho especificada, origina os valores das “liberações de ordens” e de “recebimento programado”. O estoque disponível é então projetado.

Com a consecução da montagem a linha “executado” e a linha “perdas” - referente a perdas de material por qualquer causa - deverão ser preenchidas. Dessa forma a linha de estoque disponível vai sendo reajustada de acordo com as seguintes funções utilizadas:

Diferença (Planejada – Executada) = se (Executado = 0; 0; Planejado – Executado)

Estoque Disponível = Recebimento Programado + Estoque disponível do dia anterior + Ordens planejadas + Diferença (Planejado – Executado) – Planejado – Perdas.

4.4.4. Causa 4: Despadronização das peças

A não padronização da produção torna possível que cada peça fabricada apresente dimensões próximas do ideal, porém diferentes, não respeitando os limites de tolerância. Nesse caso, o processo de montagem seria dificultado, pois o encaixe das peças não ocorreria conforme o planejado, ocasionando a utilização de mais ou menos andaimes dependendo da variação.

Esta hipótese não é considerada pelos supervisores, pois eles afirmam que a produção é feita baseada em gabaritos que não permitem a variação dos comprimentos para além das tolerâncias. Os gabaritos consistem em moldes onde as partes componentes de uma peça do andaime são encaixadas e posteriormente soldadas. Logo, cada componente só encaixa se for fabricada conforme o padrão, garantindo que a peça terá as dimensões corretas.

Desta forma, foi elaborada uma folha de verificação para distribuição com o objetivo de checar a confiabilidade dos gabaritos. Os limites de especificação utilizados são os mesmos empregados pela empresa. Foram medidas, com o auxílio de uma trena, 100 postes de 1,80m e o resultado está apresentado na figura 40.

	DESVIO (CM)	MARCAS																FREQUÊNCIA	
				5		10		15		20		25		30		35			40
COMPRIMENTO DO POSTE (CM)	-3																		
	-2,5																		
	-2																		
	-1,5																		
	LIE -1																		4
	-0,5																		27
	180,00 0																		38
	0,5																		25
	LSE 1																		6
	1,5																		
	2																		
	2,5																		
	3																		
TOTAL																		100	

Figura 40 - Folha de Verificação para distribuição da produção de Postes de 1,80 metros
Pela interpretação do histograma formado na folha de verificação pode-se concluir que as peças medidas estão todas dentro dos limites de especificação, logo os gabaritos realmente são confiáveis e esta causa pode ser desconsiderada.

4.5. Plano de Ação

Com as observações e contratações da análise, foi possível desenvolver três planos de ação para solucionar cada causa estudada. São eles:

- P1: Utilizar capas feitas de raspa de couro
- P2: Utilizar método e instrumentos de medição adequados
- P3: Utilizar modelo de gestão de materiais, desenvolvido em Excel

Cada plano foi desenvolvido conforme metodologia de 5W2H e será apresentado nos tópicos abaixo. Por fim, foi elaborado um Procedimento Operacional Geral para orientar os funcionários sobre as novas atividades desenvolvidas pela empresa.

4.5.1. Plano P1: Utilizar capas feitas de raspa de couro

1. O que?

Acabar com as perdas e reparos de andaimes, ocasionadas por corrosão devido ao contato com produtos químicos.

Conforme levantado, anualmente perde-se 7,5 toneladas de material por causas diversas e 150 toneladas sofrem reparo para serem reutilizadas. O contato com produtos químicos foi identificado como o responsável por 80% dessas perdas.

2. Onde?

Os respingos de produtos químicos sobre os andaimes comprometem principalmente os maiores componentes, que são os postes e travessas. Por isso deve-se atuar sobre essas peças.

3. Quando?

Até dezembro de 2011

4. Como?

A solução proposta é utilizar capas feitas de raspas de couro, que, conforme teste realizado, são eficazes na proteção para ácido, uma vez que não são facilmente corroídas.

Seis atividades precisam ser desenvolvidas para execução do plano:

- I. Avaliar fornecedores da matéria prima;
- II. Estabelecer fornecedor;
- III. Comprar material necessário;
- IV. Capacitar colaboradores na utilização das capas;
- V. Elaborar lista de verificação e descobrir equipamentos que mais ocorrem incidentes e aonde ocorrem;

VI. Capacitar colaboradores para avaliação de risco de queda de produtos químicos.

5. Por quê?

O objetivo é impedir o contato do ácido com os componentes do andaime, e desta forma, anular a corrosão das peças.

6. Quem?

Todas as atividades necessárias antes da implementação do método, conforme listadas no “*como?*” devem ser realizadas pelo supervisor de montagem juntamente com o de produção, já que as duas áreas vão se beneficiar da aplicação.

Entretanto a execução será realizada de fato pelos funcionários da montagem.

7. Quanto?

O custo estimado de matéria prima para confecção de uma capa é R\$2,00. Logo, incluindo o custo de manufatura, estima-se que cada capa custe R\$5,00.

4.5.2. Plano P2: Utilizar método e instrumentos de medição adequados

1. O que?

Reduzir os erros de dimensionamento dos projetos para torná-los mais confiáveis.

Para os casos nos quais não é enviada para Contrex a planta da estrutura onde será montado o andaime, a coleta das dimensões é feita sem acuracidade, o que ocasiona erros no projeto.

2. Onde?

O problema ocorre nos serviços de campo, que é responsável pelo levantamento das dimensões.

3. Quando?

Pela facilidade de aplicação, até outubro de 2011

4. Como?

A solução proposta é utilizar a trena comum e a trena a laser como ferramentas de medição. Essas duas ferramentas juntas são capazes de determinar todas as medidas necessárias em qualquer situação.

Porém em alguns casos pode ser necessário utilizar trigonometria básica para a determinação da altura. Para esses casos é necessário capacitar os profissionais responsáveis pela coleta.

5. Por quê?

Utilizando ferramentas de medição espera-se que o planejamento seja mais exato, de forma a reduzir os erros na hora da montagem e desta forma enxugar os custos da montagem.

6. Quem?

Supervisor de planejamento deve garantir a compra das ferramentas.

Os responsáveis pela coleta de vem ser treinados.

7. Quanto?

O investimento total necessário para aquisição de um quite dos equipamentos é R\$90,00.

4.5.3. Plano P3: Utilizar modelo de gestão de materiais

1. O que?

Fazer planejamento de produção utilizando programação desenvolvida em Excel, para, desta forma, conquistar melhorias como:

- Atender completamente as necessidades da montagem;
- Dimensionar o estoque;
- Controlar volume de andaimes alugados;
- Evitar erros de projeto por falta de peças.

2. Onde?

A atividade deverá ser desenvolvida no escritório, com base nos dados coletados na área de produção e nas áreas de montagem.

3. Quando?

Até dezembro de 2011

4. Como?

Para consolidar a aplicação do modelo proposto as seguintes medidas devem ser tomadas:

1. Avaliar e comprar quantidade de chaves necessárias do software Excel;
2. Capacitar colaboradores para utilização e adaptação da programação criada;
3. Fazer levantamento de todo material existente na filial, dividir por serviço e cadastrar no software.

5. Por quê?

A utilização de um software vai direcionar a tomada de decisão do supervisor de produção e aumentar a comunicação entre os departamentos de produção e planejamento. Desta forma, não ocorrerá divergência entre o programado pelo planejamento e o executado pela produção.

6. Quem?

A equipe de planejamento da produção deverá ser responsável pela execução do programa.

7. Quanto?

Para a opção da planilha eletrônica, o custo será o de horas do funcionário responsável pela adaptação do modelo.

4.5.4. Procedimento Operacional Geral para montagem

O procedimento sugerido teria início com a requisição de montagem pelo cliente. Depois os seguintes passos deveriam ser seguidos, conforme fluxograma da figura 41:

1. Coletar as dimensões, quando necessário, utilizando as ferramentas sugeridas no plano de ação P2;

2. Planejar montagem;
3. Programar etapas planejadas no software;
4. Produzir peças faltantes;
5. Montar andaime;
6. Avaliar pontos de risco de queda de produtos químicos sobre o andaime;
7. Amarrar capa de raspa de couro entre duas travessas ou dois postes e a estrutura;
8. Controlar montagem planejada utilizando software;
9. Desmontar andaimes.

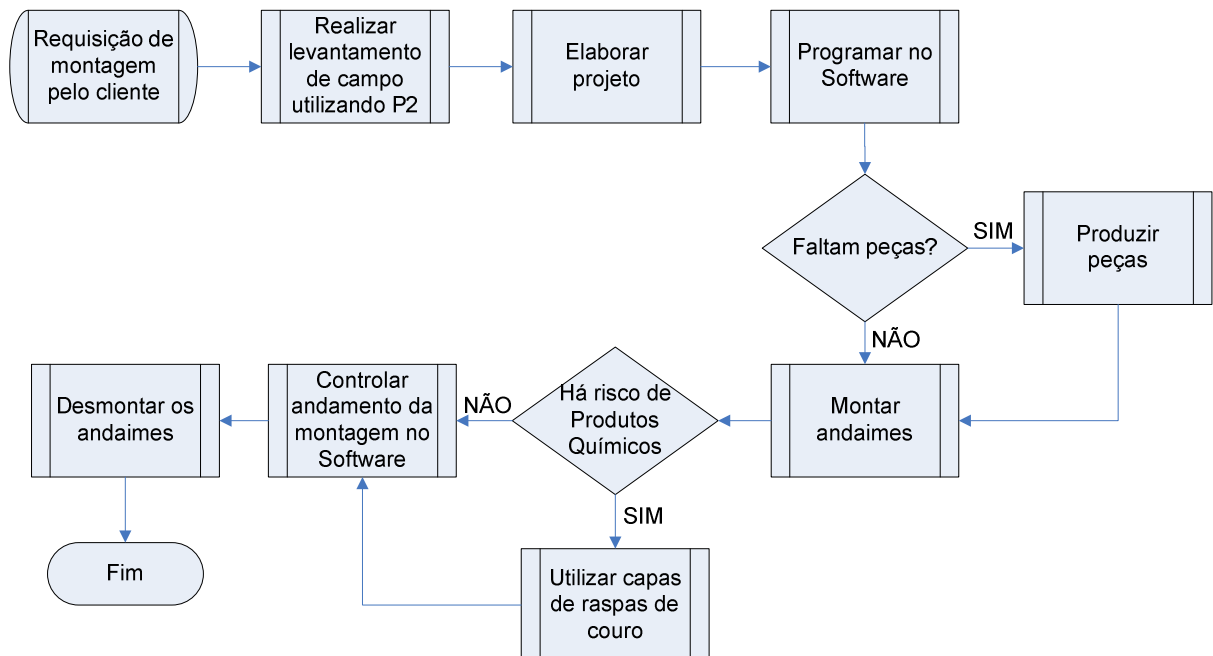


Figura 41 – Fluxograma do Procedimento Operacional

5. CONCLUSÃO

A Contrex é uma empresa de produção, locação e montagem de andaimes que investe constantemente em seus colaboradores e recursos para manter-se competitiva no mercado e oferecer serviços cada vez melhores.

O estudo aqui desenvolvido procurou solucionar problemas corriqueiros da empresa por meio da elaboração de um Plano de Melhorias utilizando o método PDCA e apoiado pelas Ferramentas da Qualidade. Foi desenvolvida uma programação em software Excel para solucionar o problema de gestão de materiais, um método para proteção dos andaimes a base de raspa de couro e um método trigonométrico com o auxílio de instrumentos de medição para resolver os problemas de mal dimensionamentos. Serão necessários investimentos nos itens supracitados para que sejam implementadas as soluções propostas, suscetíveis a futuras adaptações, além da devida capacitação dos colaboradores.

O método se mostrou eficiente e capaz de contribuir para análise e soluções de problemas. O ciclo deve ser completado e revisado para o constante crescimento da empresa.

O trabalho ainda confirma a importância da Pesquisa-ação, uma evolução dos meios de pesquisa que torna os métodos mais eficientes, uma vez que há o envolvimento direto do pesquisado com o objeto de estudo.

5.1. Trabalhos Futuros

O ciclo PDCA é composto de 4 etapas e apenas a primeira delas foi abordada neste trabalho. Desta forma, para um completo estudo do problema sugere-se fechar o ciclo na empresa e desta forma medir concretamente os benefícios da aplicação.

Também pode ser útil realizar uma análise de custos que demonstre os benefícios financeiros da aplicação das melhorias. Nessa análise devem ser considerados os custos diretos e indiretos dos problemas atuais e da situação melhorada.

6. BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e a**

o Programa Seis Sigma. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494:** Segurança nos andaimes. Rio de Janeiro, 1990.

BRASSARD, M. **Qualidade Ferramentas para uma Melhoria Contínua.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

BROCKA, B.; BROCKA, M. S. **Gerenciamento da qualidade.** São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

CONTREX SERVIÇO LTDA. Disponível em: <<http://contrexandaimes.com.br>>. Acesso em 27 junho 2011.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração.** São Paulo: Marques Saraiva, 1990.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil.** 1990.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil.** 1991.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil.** 2008.

ISHIKAWA, K. **Guide to Quality Control.** New York: Unipub, 1982.

ISHIKAWA, K. **TQC, Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade.** Tradução Mario Mishimura (1986). São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1915.

JURAN, J. M. Gryna, F. M. **Controle da qualidade** volume I. McGraw-Hill Ltda, 1991.

MACKE, J. **A pesquisa-ação na discussão de pesquisa empírica em Engenharia de Produção**. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção – UFRGS

MINISTERIO DE DESENVOLVIMENTO, INDUSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/noticia.php?area=2¬icia=4512>>. Acesso em 27 junho 2011.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 4ª edição. EUA: John Wiley & Sons Inc, 2001

MONTGOMERY, D. C., RUNGER. G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiro**. 4ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009

REGGIANI, G. **Aplicação da Tecnologia da Informação em Empresas Manufatureiras de Pequeno e Médio Porte da Indústria de Alimentos e Bebidas: proposta de modelo**. Projeto de Pesquisa. Puc-Rio, 2011

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VEJA. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/catastrofes-anunciadas-deficit-habitacional-no-brasil-e-de-5-8-milhoes-de-moradias>>. Acesso em 27 junho 2011.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: MG. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

Anexo I – PROGRAMAÇÃO VBA UTILIZADA NO PROGRAMA DE PLANEJAMENTO

```
Sub liberacao_LT()
```

```
    Dim n As Integer
```

```
    Dim m As Integer
```

```
    For m = 1 To 11
```

```
        For n = 5 To 14
```

```
            Plan1.Cells(10 * m - 1, n).Value = Plan1.Cells(10 * m - 2, n + Plan1.Cells(10 * m - 4, 2).Value).Value
```

```
        Next
```

```
    Next
```

```
    For m = 1 To 11
```

```
        For n = 5 To (4 + Plan1.Cells(10 * m - 4, 2).Value)
```

```
            If Plan1.Cells(10 * m - 2, n).Value > 0 Then
```

```
                Plan1.Cells(10 * m - 4, n) = Plan1.Cells(10 * m - 2, n)
```

```
                Plan1.Cells(10 * m - 2, n) = 0
```

```
            End If
```

```
        Next
```

```
    Next
```

```
End Sub
```

Anexo II – FATORES PARA CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS DE CONTROLE PARA VARIÁVEIS

Fator para os Limites de Controle							
n^*	Gráfico \bar{X}			Gráfico R		Gráfico S	
	A_1	A_2	d_2	D_3	D_4	c_4	n
2	3,760	1,880	1,128	0	3,267	0,7979	2
3	2,394	1,023	1,693	0	2,575	0,8862	3
4	1,880	0,729	2,059	0	2,282	0,9213	4
5	1,596	0,577	2,326	0	2,115	0,9400	5
6	1,410	0,483	2,534	0	2,004	0,9515	6
7	1,277	0,419	2,704	0,076	1,924	0,9594	7
8	1,175	0,373	2,847	0,136	1,864	0,9650	8
9	1,094	0,337	2,970	0,184	1,816	0,9693	9
10	1,028	0,308	3,078	0,223	1,777	0,9727	10
11	0,973	0,285	3,173	0,256	1,744	0,9754	11
12	0,925	0,266	3,258	0,284	1,716	0,9776	12
13	0,884	0,249	3,336	0,308	1,692	0,9794	13
14	0,848	0,235	3,407	0,329	1,671	0,9810	14
15	0,816	0,223	3,472	0,348	1,652	0,9823	15
16	0,788	0,212	3,532	0,364	1,636	0,9835	16
17	0,762	0,203	3,588	0,379	1,621	0,9845	17
18	0,738	0,194	3,640	0,392	1,608	0,9854	18
19	0,717	0,187	3,689	0,404	1,596	0,9862	19
20	0,697	0,180	3,735	0,414	1,586	0,9869	20
21	0,679	0,173	3,778	0,425	1,575	0,9876	21
22	0,662	0,167	3,819	0,434	1,566	0,9882	22
23	0,647	0,162	3,858	0,443	1,557	0,9887	23
24	0,632	0,157	3,895	0,452	1,548	0,9892	24
25	0,619	0,153	3,931	0,459	1,541	0,9896	25

* $n > 25$: $A_1 = 3/\sqrt{n}$, sendo n = número de observações na amostra.

Fonte: Montgomery (2009)