

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1- A Indústria da Construção civil**

Segundo Bastos (2011, p.1), a indústria da construção civil caracteriza - se pelo conjunto de atividades que visa à realização de obras de acordo com as necessidades de moradia, trabalho e desenvolvimento do homem, utilizando ou adaptando-se aos recursos naturais e tecnológicos. Para Contador (2004, p.508), ela é uma indústria nômade, na qual cada unidade produzida é diferente das anteriores a depender do projeto do empreendimento.

De acordo com Queiroz *apud* Meirelles (2008, p.37), a construção civil como atividade técnica tem sua origem na área militar e, ao longo da história da evolução humana, passa pela divisão entre a construção bélica e a civil. É esta última que, ligada diretamente às civitas, isto é, às cidades, modernamente constitui-se em uma atividade técnica e econômica denominada Indústria da Construção Civil.

O setor desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento econômico e social e tem contribuído tanto para o aumento do PIB nacional quanto para a formação bruta de capital fixo no país. A construção emprega cerca de um terço dos trabalhadores envolvidos em atividades industriais, os quais possuem características distintas a depender de seus processos construtivos (SEBRAE, 1994).

#### **2.1.1- Processos construtivos**

De acordo com Contador (2004), os processos construtivos podem ser classificados em três grupos de obra: convencional, industrializada e pré-fabricada. No processo de obra convencional, os projetos são únicos, especiais ou sob encomenda e abrangem desde edificações monumentais até prédios de muitos pavimentos; ou mesmo conjuntos de casas populares, construídas segundo

métodos tradicionais. Nesse tipo de processo, as atividades no canteiro e, por conseguinte, os arranjos físicos são alterados a partir da evolução da obra.

No processo de construção industrializada uma obra é subdividida em partes previamente montadas fora do canteiro de obras. Presta-se à construção de uma quantidade significativa de edificações padronizadas, de preferência próximas, como grandes conjuntos habitacionais ou grandes edificações com módulos idênticos e aponta como vantagem a rapidez com que as unidades são construídas. (CONTADOR, 2004)

No processo construtivo de obra pré-fabricada, os projetos possuem características formais uniformes e repetitivas, que são construídas pela combinação e justaposição de componentes padronizados. Dessa forma, a empresa tem maior probabilidade de cumprir os prazos compromissados por se tratar de um processo com maior agilidade. Então, a conclusão dos empreendimentos em curto prazo se torna um diferencial competitivo para as construtoras, conforme mostra na Figura 01 (CONTADOR, 2004 p.476)

**Figura 01-Processo de obra pré-fabricada**



Fonte: Norcon 2011

### **2.1.2- Aquecimento do setor imobiliário**

De acordo com o BNDES (2010, p.312), o setor brasileiro de construção civil foi responsável, em 2009, por 4% do PIB e acumulou sucessivas taxas de crescimento de 1995 até 2008. A taxa de crescimento média, nesse período, ficou em torno de 9,7% ao ano, o que comprova a relevância desse setor para a composição da formação bruta de capital fixo. Para essa análise, foram considerados os programas de investimentos públicos, como PAC-1, PMCMV, os quais elevam as taxas de crescimento do setor.

O Programa de Aceleração do Crescimento visa expandir os investimentos em infraestrutura brasileira e estimular, por consequência, outros setores. Esses investimentos estão agrupados em três áreas de infraestrutura: logística; energética; social e urbana. Todas essas áreas apresentam impactos, diretos ou indiretos, sobre o setor de construção civil (BNDES 2010, p.332).

Com início em março de 2009, o programa de financiamento habitacional da Caixa, denominado Minha Casa, Minha Vida, prevê a construção de um milhão de residências com a concessão de subsídios, cujos valores estimados somam cerca de R\$ 34 bilhões em investimentos no setor imobiliário. Para atendimento da demanda é importante que as organizações invistam em tecnologia, ou seja, equipamentos que possam acelerar o desenvolvimento da obra (BNDES 2010, p.336).

### **2.1.3-Equipamentos Utilizados no desenvolvimento da obra**

Em decorrência do aquecimento do mercado imobiliário e o aumento populacional, o volume de obras na construção civil vem aumentando significativamente e impondo um forte ritmo de produção das construtoras. Com isso, as empresas estão investindo em equipamentos eficientes e capazes de atender aos curtos prazos impostos à execução dos empreendimentos (ENGEL 2008).

Na construção civil, os guindastes são estruturas temporárias fixadas ao chão, normalmente ao lado da edificação e são utilizados para a elevação e movimentação de cargas e materiais pesados. Dessa forma, desempenha um papel

importante dentro canteiro de obra, pois traz ganhos em produtividade. (ENGEL 2008).

De acordo com Antônio (2004, p.9) nos últimos anos, está ocorrendo grande incrementação na utilização de variados equipamentos em canteiros de obras e frentes de trabalho, particularmente no que diz respeito àqueles conhecidos como grua, equipamentos mecânicos, em cuja lança há um carrinho móvel, que pode percorrer toda a sua extensão, suportando a movimentação vertical e horizontal de cargas conforme Figura 02.

**Figura 02- Utilização de grua no sistema construtivo de obra pré-fabricada**



Fonte: Norcon 2011

As gruas são dimensionadas em função da área do canteiro, do porte da obra, delimitações impostas por construções vizinhas, peso, quantidade, volume dos materiais a transportar e prazo de execução do empreendimento. Por impactar no andamento da obra, atrasos na montagem e paradas do equipamento podem gerar perdas ao processo, portanto é necessário um planejamento para instalação da grua e para realização dos serviços de manutenção (BASTOS 2011, p.21).

A instalação, manutenção e retirada de guias devem ser supervisionadas por engenheiro legalmente habilitado com vínculo à respectiva empresa e, para tais serviços, deve ser emitida a ART- Anotação de Responsabilidade Técnica. Por sua vez, a grua só pode ser liberada para operacionalização com apresentação do Plano de Carga, Termo de Entrega Técnica, manual do fabricante e a lista de verificação de montagem da grua, onde consta que o equipamento atende às exigências de segurança. (MTE, 2005).

## **2.2- Manutenção**

De acordo com Kardec e Nascif (1998), antes da Segunda Guerra Mundial a função manutenção já existia. As indústrias possuíam um maquinário pouco mecanizado e alta produtividade não era a prioridade das empresas da época. Por isso as atividades de manutenção não requeriam complexidade, apenas alguns reparos e trocas de peças com defeitos. Porém, com o advento da Revolução Industrial, no final do século XVIII, amplia-se a capacidade de produção e devido à presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez-se a exigência de disponibilidade de ir às alturas (VIANA 2002, p.1).

Segundo Corrêa (2006, p.641) qualquer operação dependerá sempre de recursos físicos, como máquinas, equipamentos e instalações em geral. Falhas nesses recursos podem resultar em consequências que vão desde um simples desconforto a perdas financeiras e de imagem causando influências negativas na operação

Com o intuito de prevenir falhas ou estabelecer a recuperação da capacidade das máquinas após ocorrências de problemas em seu funcionamento, são realizadas as atividades de manutenção mantendo os recursos físicos operacionais em bom estado e prontos para o uso, quando necessários ( CORRÊA 2006, p.641).

De acordo com Rocha (1995, p. 242) visando à otimização de seus serviços, a manutenção pode ser separada em mecânica e elétrica, já que permite o acompanhamento do desempenho elétrico e mecânico dos equipamentos. Com os registros de certas anomalias ou de ocorrências é possível melhorar o processo, pois auxilia na identificação do tipo e frequência dos problemas mais comuns o que possibilita correção antecipada.

Devido à globalização da economia, a busca pela qualidade total em serviços e produtos passou a ser a meta de todas as empresas. Portanto, estabelecer um programa de manutenção ganhou um importante papel na organização, uma vez que máquinas e equipamentos com defeitos e/ou parados geram os prejuízos, provocam atrasos nas entregas, aumento dos custos, insatisfação dos clientes e, conseqüentemente, perda de mercado. Por isso a função de manutenção é importante. (MORO 2007, p.7)

### **2.2.1- Benefícios da manutenção**

De acordo com Slack (2007, p. 644) existem alguns benefícios que a manutenção traz para a produção e, por isso, é tão valioso para a empresa cuidar de suas instalações de forma sistemática. Podemos citar os ganhos em segurança dos processos, pois instalações bem mantidas apresentam menor probabilidade de ocorrências imprevisíveis diminuindo os riscos de acidente para o pessoal envolvido na operação.

O aumento da confiabilidade em decorrência da redução do tempo perdido com consertos gerando menos interrupções nas atividades normais de produção também é caracterizado como mais um dos benefícios gerados pela manutenção dentro do processo produtivo (SLACK 2007, p.644).

Além disso, existe o ganho no aumento do tempo de vida útil dos equipamentos devido aos cuidados periódicos, como limpeza, lubrificação que resulta no prolongamento da vida efetiva das instalações e na redução dos pequenos problemas, cujo efeito cumulativo poderá causar desgaste ou deterioração (SLACK 2007, p.644).

### **2.2.2- Tipos de manutenção**

Viana (2002) classifica os tipos de manutenção em: corretiva, preventiva, preditiva e autônoma. A manutenção corretiva é a intervenção realizada imediatamente a fim de evitar graves conseqüências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. Em algumas fábricas essa manutenção é conhecida como aquela que apaga incêndios.

De acordo com Contador (2004, p.405) por apresentar caráter emergencial, as manutenções corretivas não são programadas, são executadas sempre que ocorrem paradas inesperadas do equipamento devido a alguma falha. Tal ocorrência ocupa o tempo inicialmente programado para que a máquina estivesse em operação.

Segundo Contador (2004, p. 405) a manutenção preventiva apresenta outro objetivo: realizar serviços de substituição de peças em períodos devidamente programados antes que ocorra uma falha inesperada. Esses serviços reduzem a probabilidade de falha e proporcionam uma tranquilidade operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas (VIANA 2002, p.10).

Segundo Viana (2002), a manutenção preditiva tem a finalidade de acompanhar a máquina ou as peças através de monitoramento, por medições ou controles estatísticos tentando prever a proximidade da ocorrência da falha. Dessa forma será possível determinar o tempo correto da necessidade de uma intervenção mantenedora.

Para Contador (2004, P.405), a adoção da manutenção preditiva consiste em intervir na máquina no momento adequado que é estabelecido mediante um estudo e acompanhamento dos vários elementos que interferem no processo de operação como a espessura do material, temperatura, vibração e nível de ruído

Segundo Viana (2002, p. 16) a manutenção autônoma diz respeito aos serviços executados pelos próprios operadores das máquinas que vão desde as instruções de limpeza, lubrificação e tarefas elementares de manutenção, até os mais complexos de análise e melhoria dos instrumentos de produção.

De acordo com Contador (2004, p.407) a manutenção autônoma tem como filosofia integrar os funcionários da empresa nos serviços de manutenção. Nesse caso, o operador também executa serviços de manutenção em sua máquina, particularmente aqueles que não exigem conhecimento tecnológico especializado.

### **2.2.3- Manutenção em equipamentos utilizados na construção civil**

A necessidade de aumentar a produtividade faz com que as obras da construção civil sejam cada vez mais mecanizadas. Por este motivo deverá ser dedicada uma atenção especial a todos os equipamentos utilizados no processo construtivo no sentido de aumentar a sua vida útil (COUTO 2011).

Algumas décadas atrás, antes da intensa mecanização na indústria da construção civil, os custos em manutenção representava em torno de 5 a 10%. Hoje, chegam a atingir percentuais entre 25 a 50 % dos custos totais. Por isso é importante a manutenção para conservação dos equipamentos utilizados no processo construtivo, pois, além da redução dos custos, dos recursos físicos aumentam a produtividade da obra (COUTO 2011).

### **2.3- Produtividade**

A preocupação dos países com o desenvolvimento econômico, após a Segunda Guerra Mundial, fez com que as medidas da produtividade se tornassem cada vez mais comuns. Na década de 1950, os fundamentos teóricos sobre produtividade foram apresentados por vários profissionais economistas (MOREIRA, 2008, p.205).

Segundo Corrêa (2006, p.172) produtividade pode ser representada de forma geral como a medida da eficiência com que os recursos de entrada de um sistema (insumos) são transformados em saídas (produtos). A produtividade está diretamente relacionada ao aproveitamento dos recursos utilizados no processo de produção (MOREIRA 2008, p.206).

De acordo com Moreira (2008), o termo produtividade está sendo utilizado com maior frequência nos dias atuais. As empresas estão investindo em programas de melhoria, em simpósios, na contratação de consultores. Isso equivale a dizer que produtividade tornou-se a palavra de ordem, como fator determinante para resolução de problemas, aumento de lucros e garantia de sobrevivência no mercado.

Na visão de Contador (2004), produtividade é a arma mais geral de todas e precisa sempre ser utilizada. Caso a empresa queira competir em preço do produto, não há dúvida, só com o aumento da sua produtividade será possível reduzir seus custos e, assim, obter vantagens competitivas.

Para Garcia (2007), essa busca contínua de melhoria da produtividade pelas organizações remete a um esforço de racionalização e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Porém é necessário que cada componente organizacional esteja engajado na obtenção de melhores níveis da produtividade.

### **2.3.1- Produtividade na construção civil**

O setor brasileiro da Construção civil nos últimos anos retomou o seu papel na receita do desenvolvimento do país. Tendo em vista as décadas de baixo investimento em infraestrutura e em habitação, o país reencontrou sua rota de progresso e não poderia prescindir do setor para a formação de capital e para a promoção de qualidade de vida da população (CBIC 2012).

De acordo com CBIC (2012), nesse novo cenário existem grandes desafios. O principal deles é a busca pela produtividade que significa produzir mais e melhor a partir de uma combinação factível de recursos. O desafio se resume, então, em promover condições de viabilidade para investimentos em máquinas, processos produtivos e qualificação da mão de obra. O investimento tecnológico que vem acontecendo no setor da construção civil é responsável por um aumento significativo da produtividade (CONTADOR 2004, p.469).

### **2.3.2- A relação entre manutenção e produtividade**

Segundo Corrêa (2006), as falhas de qualquer magnitude nos recursos físicos têm influência negativa sobre a operação, uma vez que promove perdas cuja extensão pode assumir proporções graves impactando diretamente na produtividade. São necessárias, portanto, ações de prevenção das falhas, não só para aumentar a confiabilidade, como também para manter os equipamentos funcionando de maneira apropriada.

Em consequência, a função da manutenção dentro da empresa representa um alto potencial de contribuição para o aumento de produtividade. Tendo em vista que as atividades por ela executada têm por objetivo assegurar a conservação das máquinas aumentando a disponibilidade de seus recursos físicos (CONTADOR 2004, p.397).

Por outro lado, as empresas estão investindo em equipamentos para aumentar a capacidade produtiva num curto intervalo de tempo. Portanto, as paradas das máquinas ocasionadas por manutenções inadequadas podem gerar custos elevados. Para evitar essas perdas aumentando a disponibilidade dos equipamentos faz-se necessário dotar a empresa de uma estrutura de manutenção e avaliar os impactos na sua produtividade (ROCHA 1995, p. 249).

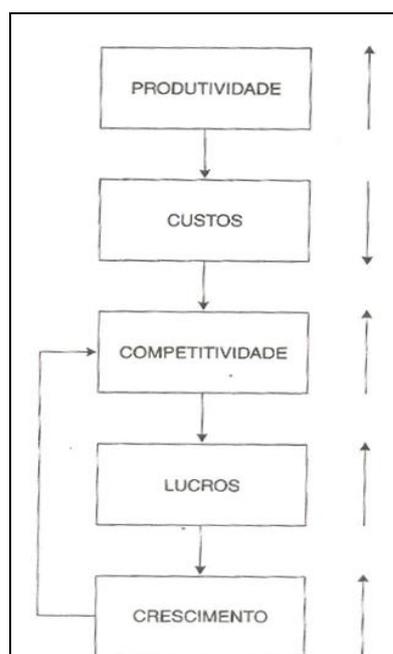
### 2.3.3- Avaliação da Produtividade

Segundo Moreira (2008, p. 610), são vários os objetivos em medir a produtividade. Ele serve para avaliar as decisões tomadas no passado em relação a mudanças na organização, nos processos de produção, no arranjo físico; detectar possíveis problemas; para se atestar a utilidade de programas de treinamento em setores ou atividades específicas e, também, para ajustar o acerto na introdução de novos produtos e de políticas de investimentos.

De acordo com Corrêa (2006, p. 171), a avaliação de eficiência através de medidas de produtividade tem sido extensivamente usada por profissionais em diversas situações dada a sua importância. A medida do trabalho é o processo de avaliação do tempo necessário que um trabalhador qualificado precisou para realizar um trabalho especificado, com um nível definido de desempenho (SLACK 2009, p. 258)

Segundo Moreira (2008, p.606), com o aumento da produtividade, alguns fatores são influenciados como os custos de produção ou dos serviços prestados diminuem. Isso acontece exatamente porque cada unidade de produto ou de serviço terá sido produzida com menor quantidade de insumos, o que afeta diretamente o custo, conforme Figura 03.

**Figura 03 – Mecanismo de Influência da Produtividade**



Fonte: Moreira (2008)

De acordo com Contador (2004, p.123), o aumento da produtividade pode ser alcançado com a utilização das técnicas de estudo de métodos de trabalho fazendo com que o operário produza mais através da eliminação das atividades desnecessárias, reduzindo o tempo de espera das máquinas e mão de obra.

## **2.4- Amostragem do Trabalho**

A amostragem do trabalho foi aplicada nos Estados Unidos em 1940 e na época era chamada de relação de esperas. O uso da técnica só se expandiu a partir de 1950. Hoje em dia é mais utilizada que a cronoanálise, devido ao crescimento do número de organizações de serviços, lojas de franquias, hipermercados entre outras, que necessitam de técnicas mais abrangentes e rápidas (PEINADO E GRAEML 2007, p. 115).

Segundo Moreira (2008, p.280), a amostragem do trabalho é uma técnica que consiste basicamente em observar o trabalho a intervalos aleatórios de tempo, partindo de uma classificação já preestabelecida. Nesse caso é determinada a porcentagem de tempo que operário e / ou máquinas gastam em várias atividades.

É utilizada para determinação da relação entre tempos produtivos e improdutivos e o registro da amostragem deve refletir o estado do momento da observação, seguindo algumas regras básicas como a definição do objeto de observação e as mesmas devem ser realizadas em momentos escolhidos aleatoriamente (CONTADOR 2006, p.140).

Segundo Junior (2007, p.15) amostragem do trabalho também conhecida como "Work Sampling" ou Método das observações instantâneas baseia-se nas leis probabilísticas tendo como principal objetivo diminuir custos da empresa apontando e reduzindo o tempo desocupado de homens e máquinas trazendo melhorias na produtividade da organização e na qualidade de seus produtos e serviços.

Com objetivo em diminuir custos, apontando e reduzindo o tempo desocupado de homens e máquinas a técnica é utilizada nas empresas por ser um método simples que possibilita ao analista, de maneira lógica e objetiva identificar os tempos produtivos e improdutivos de mãos de obra e máquinas. (JUNIOR 2007, p.22).

Porém sua aplicação consiste em observações realizadas aleatoriamente durante a jornada diária de trabalho, onde alguns passos são seguidos para sua

realização. Primeiro é realizada a escolha do serviço que será analisado, ou seja, em quais as áreas serão aplicadas Amostragem do trabalho (JUNIOR 2007, P.22).

Ainda de acordo com Junior (2007) depois de escolher o setor é feito o detalhamento do trabalho a ser verificado, subdividindo os motivos causadores das paradas dentro do processo, após essa etapa é realizada a codificação dos elementos para facilitar trabalho do analista durante amostragem. Para efetuar os registros é utilizado um formulário contendo a identificação dos nomes dos funcionários, período de realização, horários, setores e elementos avaliados.

Após coleta dos dados em horários aleatórios é levantado à quantidade de todos os elementos avaliados, depois é feita uma análise sobre a porcentagem relativa a cada código, chegando à conclusão do desempenho dos funcionários e em base desses resultados são avaliadas as causas dos tempos improdutivo e sugeridas as medidas a serem tomadas em cada caso. (JUNIOR 2007).

De acordo com Junior (2007, p.22) Em relação determinação do número de observações, ou seja, o tamanho da amostra existe uma fórmula, porém a pratica demonstrou que tomando como norma realizar o maior número de amostra durante o levantamento o resultado será bem aceitável. Com a identificação de problemas é possível melhorar em produtividade e qualidade dos serviços

## **2.5- Qualidade**

Com as mudanças econômicas e sociais ocorridas depois da Segunda Guerra Mundial as nações e as empresas foram obrigadas a enfrentar o desafio de conquista de mercados e criação de maior quantidade de empregos. Outros desequilíbrios como crises e inovações tecnológicas também contribuíram para tornar cada vez mais acirrada a concorrência e a busca de vantagens competitivas fez com que a qualidade ganhasse um destaque especial (CONTADOR 2004, p. 178).

Nas últimas décadas, devido à saturação de produtos no mercado e a globalização econômica aumentou a competitividade entre as empresas e nesse contexto o mercado passa a ser regido pelos clientes, onde os produtos devem apresentar características que vão ao encontro as suas necessidades (MIGUEL 2001).

Segundo Moreira (2008, p. 552) a qualidade pode ser entendida como um atributo de produtos ou serviços, mas também se refere a tudo que é feito pelas pessoas; fala-se na qualidade de um de um aparelho elétrico, de um carro, do serviço prestado por um hospital, do ensino provido por uma escola, ou do trabalho de um funcionário ou departamento.

De acordo com Corrêa (2004, p. 189) o Controle Total da Qualidade é um sistema efetivo para integrar os esforços dos vários grupos dentro de uma organização, no desenvolvimento, na manutenção e no melhoramento da qualidade, de maneira que possa realizar uma integração entre o marketing, a engenharia, e a produção permitindo a completa satisfação o cliente.

Dentro de uma empresa é comum encontrar cartazes ou banners expostos com a declaração da missão da organização e de princípios e menções sobre a qualidade do produto fabricado. Cuidar da qualidade há muito tempo deixou de ser fator diferenciador e passou a ser um requisito indispensável para participar do mercado. (PEINADO E GRAEML 2007, p. 531).

Ainda segundo Peinaldo e Graemil (2007, p.531), as técnicas utilizadas na área da qualidade foram introduzidas por vários especialistas que, de maneira revolucionária e visionária, desafiaram o lugar comum, criando uma nova ordem na administração da qualidade dentro das organizações. Estes especialistas, por distinção, ficaram conhecidos como os gurus da qualidade. Entre os mais famosos, frequentemente citados na literatura, estão: Shewhart, Deming, Juran, Feigenbaum, Ishikawa, Taguchi e Crosb.

## **2.6- Ferramentas da qualidade**

A qualidade possui sete ferramentas básicas que auxiliam na identificação, compreensão e eliminação de problemas que afetam o produto ou o serviço. Trata-se de ferramentas simples, mas que, se utilizadas corretamente, transformam-se em um poderoso instrumento na identificação e solução de problemas (PEINADO E GRAEML 2007, p. 538).

Sob o ponto de vista de Corrêa (2006, p. 212), as ferramentas da qualidade por si sós não resolvem os problemas que venham surgir no processo, nem melhoram situações. Quem faz isso são as pessoas. Porém elas dão suporte

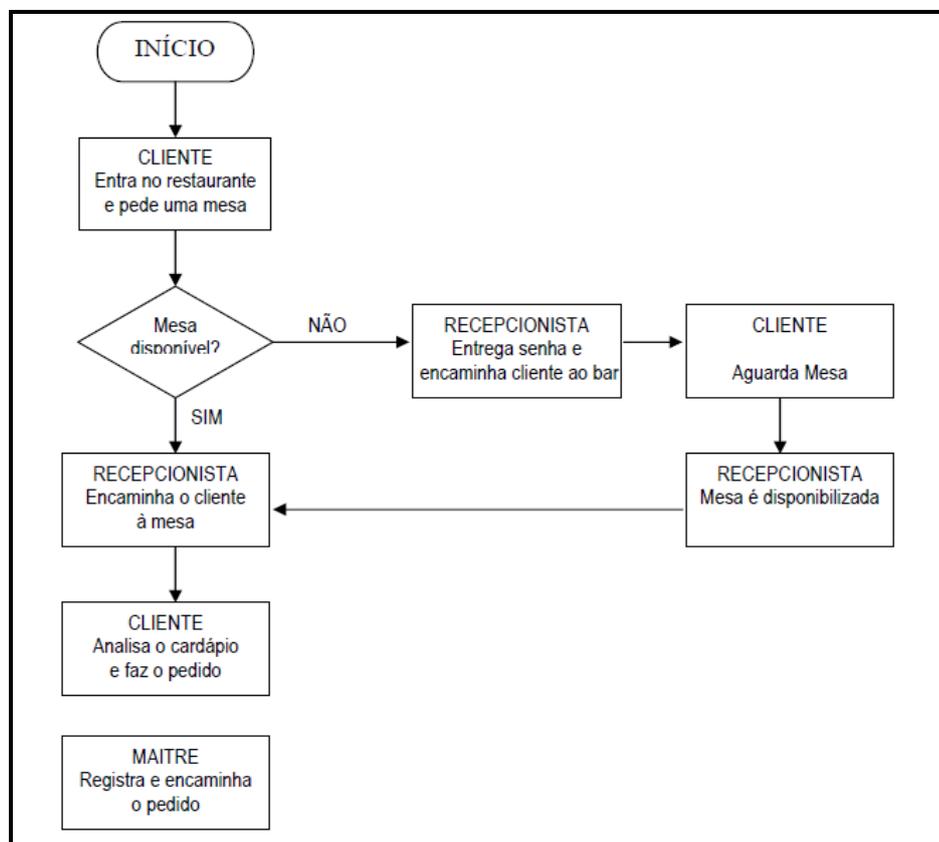
nas tomadas de decisões, pois auxilia na identificação das causas desses problemas.

### 2.6.1- Fluxograma ou diagrama de processo.

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007, p. 539) o fluxograma é um diagrama que, por meio de símbolos gráficos, representa a sequência de todos os passos seguidos em um processo. Quando um processo é descrito em forma de fluxograma facilita na sua visualização e entendimento de seu funcionamento.

A análise do fluxograma de um processo permite que este seja avaliado e, depois, executado de maneira mais simples, segura e prática. Com frequência, quando um fluxograma de processo é desenhado são identificados os pontos ou áreas problemáticas, que não seriam percebidos com facilidade. Estes pontos poderão ser trabalhados e o processo melhorado, conforme demonstra a Figura 04 (PEINADO E GRAEML 2007).

**Figura 04 – Fluxograma de Processo**



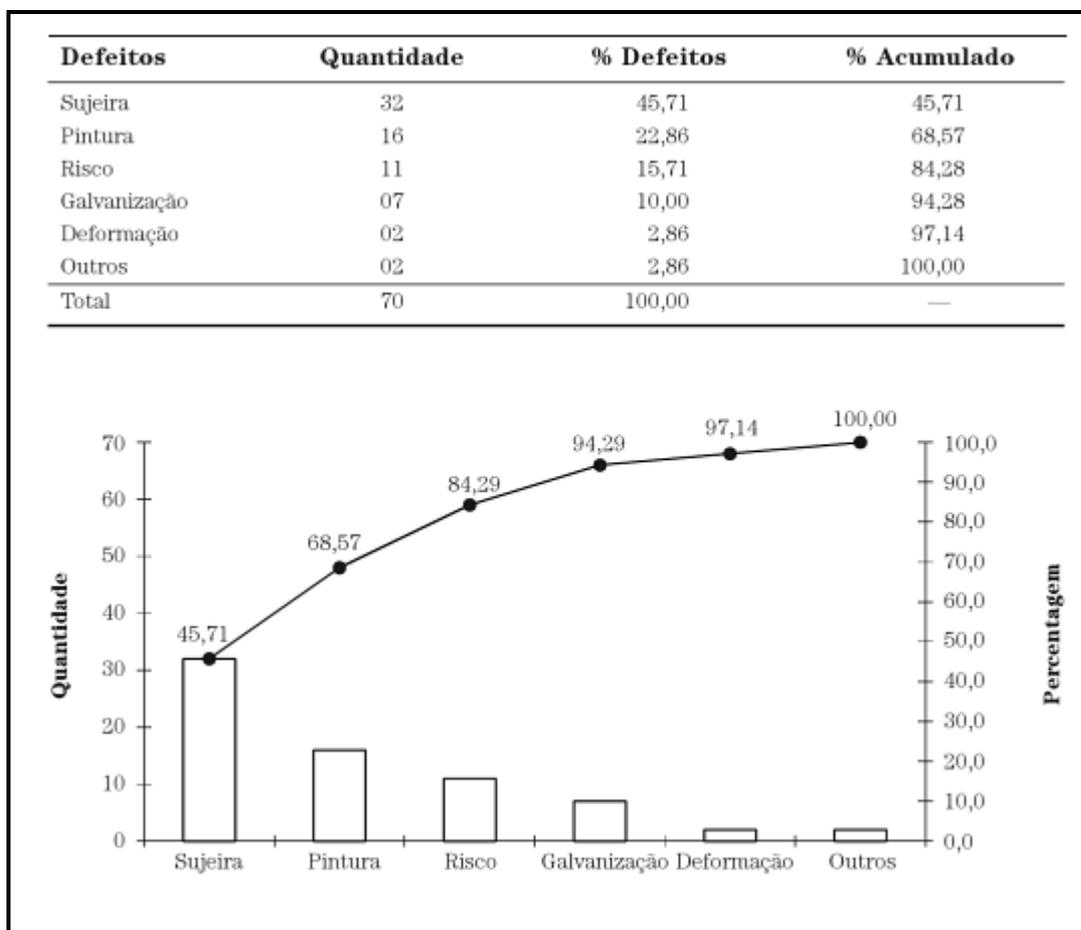
Fonte: SEBRAE (2005)

## 2.6.2- Análise de Pareto

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007, p. 546), no final do século XIX, o economista italiano Vilfredo Pareto, ao verificar a não uniformidade da distribuição da renda entre as pessoas, concluiu que: 80% da riqueza do país estavam concentradas nas mãos de apenas 20% delas. Esta tese de Pareto foi também aplicada no controle da qualidade, onde constatou que: “na maioria dos casos, os defeitos e seu custo associado são devidos a um número pequeno de causas”.

O diagrama de Pareto demonstra a importância das variáveis de um problema e indica, em termos percentuais, quanto cada uma destas variáveis representa. É um gráfico em forma de barras que, de forma visual, mostra o impacto de cada um dos eventos que estão sendo estudados. Aqueles com maior participação nos problemas devem ser resolvidos em primeiro lugar, conforme demonstração na figura abaixo. Figura 05 (PEINADO E GRAEML 2007, p. 538).

**Figura 05- Gráfico de Pareto**



Fonte: Ramos (2013)

### **2.6.3- Brainstorming**

É uma técnica que foi desenvolvida por Osborn em 1938. Em inglês significa “tempestade cerebral” e sugere que, através de idéias em grupo, podem surgir soluções criativas e inovadoras para os problemas. O clima de envolvimento e motivação gerado pelo Brainstorming assegura melhor qualidade nas decisões tomadas, maior comprometimento e um sentimento de responsabilidade compartilhado por todos (SEBRAE 2005, p.1).

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007, p.549) é uma técnica utilizada para gerar o máximo de ideias possíveis sobre um assunto em um determinado espaço de tempo. Consiste em reunir um grupo de pessoas envolvidas no processo para, em curto espaço de tempo, apresentar sugestões que são listadas e avaliadas.

### **2.6.4-Diagrama de Causa-efeito**

Essa ferramenta foi aplicada pela primeira vez em 1953, no Japão, pelo professor da Universidade de Tóquio, Kaoru Ishikawa. O diagrama com a aparência de uma espinha de peixe, na época, foi utilizado para sintetizar as opiniões de engenheiros de uma fábrica quando estes discutiam problemas de qualidade (SEBRAE 2005, p.4).

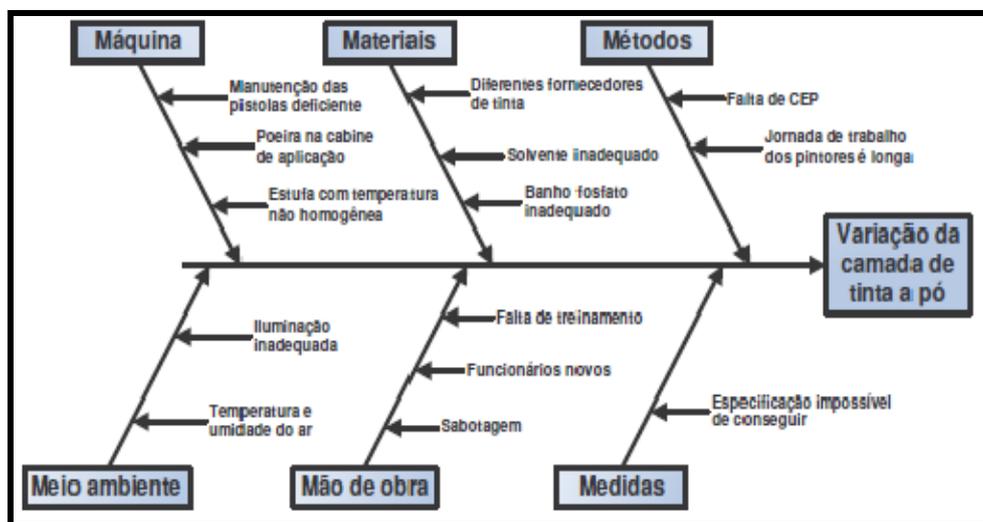
Segundo Miguel (2001, p. 140), o Diagrama de Causa-efeito, também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe, consiste em utilizar uma forma gráfica como metodologia de análise representando os fatores de influência (causas) sobre um determinado problema apresentado no processo (efeito).

O diagrama é utilizado para visualizar, em conjunto, as causas principais e secundárias de um problema, ampliar a visão das possíveis falhas e auxiliar na identificação de soluções, ou seja, através dessa ferramenta se analisam os processos em busca de melhorias (SEBRAE 2005, p.4).

O diagrama apresenta as possíveis causas de uma determinada ocorrência. Estas causas representam hipóteses que precisam ser testadas uma a uma. O levantamento das possíveis causas geralmente é feito durante uma sessão de brainstorming. Neste caso, o diagrama de causa e efeito estimula a participação das pessoas na análise dos problemas (PEINADO E GRAEML 2007, p. 550).

De acordo com Slack (2007, p.617) é uma técnica que tem como objetivo de maneira direta classificar as causas de problemas por ordem de importância. De maneira geral, as causas dos problemas estão diretamente ligadas a seis áreas conhecidas como os seis "M" que correspondem a mão-de-obra, materiais, máquinas, medidas, meio ambiente e métodos. O diagrama de causa e efeito deve ser utilizado depois que o problema foi devidamente quantificado e estratificado conforme mostra a Figura 06 (PEINADO E GRAEML 2007, p. 551).

**Figura 06- Diagrama de Causa e efeito**



Fonte: Peinaldo e Graeml (2007)

### 2.6.5- 5W e 1H

De acordo com Peinaldo e Graeml (2007, p.559) o método 5 W e 1H recebeu este nome devido às letras iniciais de algumas perguntas em inglês que ajudam a esclarecer situações e eliminar dúvidas. É um plano que permite identificar de maneira organizada as ações que serão implementadas e as responsabilidades de quem as irá executar (CESÁR 2011, p.121).

É um check list utilizado para garantir que a operação seja conduzida sem dúvida alguma por parte dos executores das atividades. Os gerentes de produção sabem que as tarefas e seus respectivos responsáveis devem ser claramente definidos para obter o sucesso no projeto de melhoria (PEINADO E GRAEML 2007, p. 559).

Segundo Peinaldo e Graeml (2007, p.559) consiste em elaborar um formulário contendo respostas para seis questões: WHAT (O quê?) qual será a tarefa, o que será feito e quais são as contramedidas para eliminar as causas do problema; WHEN (Quando?) quando será feito, a que horas e qual o cronograma a ser seguido; WHO (Quem?) quem vai fazer e qual departamento; WHY (Por quê?) por que esta tarefa é necessária; WHERE (Onde?) onde será executada a tarefa e HOW (Como?) qual o método e de que maneira será feito, conforme demonstra a Figura 07.

**Figura 07- Formulário para o diagrama 5W e 1H**

O QUÊ?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	POR QUÊ?	COMO?

Fonte: Peinaldo e Graeml (2007)