

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Aplicação do ciclo PDCA no serviço de execução de  
alvenaria estrutural**

*Samuel Machado Rodrigues*

**TCC-EP-2014**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**Aplicação do ciclo PDCA no serviço de execução de  
alvenaria estrutural**

*Samuel Machado Rodrigues*

**TCC-EP-2014**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de  
graduação em Engenharia de Produção na Universidade  
Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Msc<sup>o</sup> Adriano Siqueira

**Maringá - Paraná  
2014**

“Não seja empurrado por seus problemas,  
seja conduzido por seus sonhos”

Autor desconhecido.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a quem me trilhou nesse caminho até aqui, me mantendo firme nas adversidades, me guardando e me fazendo continuar.

Sou maiormente grato aos meus pais que me incentivaram nesse sonho e me deram os alicerces necessários, sem eles nada do que consegui seria possível. São o motivo da minha luta.

## RESUMO

A construção civil carece de melhorias e cuidados na área de qualidade, comparado com as demais indústrias. O fundamento desse trabalho é o emprego do ciclo PDCA, e das ferramentas da qualidade necessárias para sua utilização, aplicado sobre um dos serviços executados monitorado pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), dentro de uma edificação tentando solucionar problemas com desperdícios e improdutividades melhorando a qualidade final do produto. Durante a aplicação do ciclo foi possível identificar os problemas provenientes da execução do serviço e propor algumas maneiras de corrigir ou conter os erros com um plano de ação, assim diminuindo desperdícios dos fatores cruciais em uma obra: tempo e dinheiro.

**Palavras-chave:** Ciclo PDCA, PBQP-H, qualidade na construção civil, ferramentas da qualidade.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Definição e delimitação do problema .....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo geral .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Conceitos da qualidade .....	4
2.2 Evolução da Qualidade .....	5
2.3 Qualidade na construção civil .....	8
2.4 Normalização .....	9
2.4.1 O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.....	9
2.4.2 Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) .....	10
2.5 Ferramentas da Qualidade .....	11
2.5.1 Fluxograma .....	11
2.5.2 Folha de Verificação/Checagem de Serviço (FVS) .....	13
2.5.3 Gráfico de Pareto.....	16
2.5.4 Diagrama de Ishikawa.....	19
2.5.5 5W2H.....	21
2.6 Ciclo PDCA.....	22
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Metodologia.....	25
3.2 Apresentação da empresa .....	26
3.3 Apresentação da obra.....	28
3.4 Serviço controlado de alvenaria estrutural. ....	30
3.5 Execução do ciclo PDCA para melhoria do serviço de execução de alvenaria estrutural. ....	33
3.5.1 Etapa Planejar (Plan).....	33
3.5.2 Etapa Fazer (Do).....	40
3.5.3 Etapa Checar (Check) .....	41
3.5.4 Etapa Ação (Action).....	43
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>
ANEXO A: Procedimento de execução de serviço de alvenaria estrutural .....	50
ANEXO B: Fluxograma da sequência de execução do serviço de alvenaria estrutural .....	53

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução das eras da qualidade.....	7
Figura 2: Fluxograma.....	12
Figura 3: Exemplo de Fluxograma.....	13
Figura 4: Exemplo de FVS .....	15
Figura 5: Exemplo de FVS de classificação .....	16
Figura 6: Tabela com defeitos .....	18
Figura 7: Exemplo de Gráfico de Pareto .....	18
Figura 8: Diagrama de Ishikawa .....	19
Figura 9: Diagrama de Ishikawa com contribuições.....	20
Figura 10: Tabela 5W2H .....	22
Figura 11: Fases do ciclo PDCA .....	23
Figura 12: Ciclo PDCA para melhorias .....	24
Figura 13: Organograma da obra .....	27
Figura 14: Layout da obra.....	29
Figura 15: Cronograma do serviço de execução de alvenaria via SAP. ....	32
Figura 16: Folha de verificação de serviço de não conformidades do serviço de alvenaria. ...	34
Figura 17: Gráfico de Pareto de não conformidades.....	35
Figura 18: Gráfico de causa e efeito de não conformidade de vãos, prumos, nível e régua. ...	36
Figura 19: Gráfico de causa e efeito de não conformidade de execução do grauth. ....	37
Figura 20: Gráfico de causa e efeito de não conformidade de fixação das caixas elétrica na alvenaria. ....	37
Figura 21: Gráfico de causa e efeito de não conformidade na marcação da alvenaria. ....	38
Figura 22: Gráfico de Pareto de não conformidades pós plano de ação. ....	42
Figura 23: Foto da proposta de melhoria de utilização do escantilhão. ....	43
Figura 24: Foto da proposta de melhoria de utilização de nível laser. ....	44
Figura 25: Foto da proposta de melhoria de marcação da alvenaria. ....	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Plano de ação proposto.....	39
---------------------------------------	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPC	Equipamento de proteção coletiva
EPI	Equipamento de proteção individual
FVS	Folha de verificação de serviço
ISSO	<i>Internacional Organization for Standardization</i>
MPa	Mega Pascoal
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - Habitat
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
PES	Procedimento de execução de serviço
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
TQC	<i>Total Quality Control</i>

# 1 INTRODUÇÃO

A área da construção civil envolve todas as atividades de produção de obras. Estão incluídas nestas áreas as funções de planejamento e projeto, execução e manutenção e restauração de diferentes áreas das obras, por exemplo, edificações, pontes e estradas, obras pesadas, instalações prediais, obras de saneamento, de fundações e terra em geral, estando excluídas as atividades relacionadas às operações (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2000).

A construção civil necessita de melhoria de qualidade em seus processos executivos. Segundo Souza et al. (1995), os esforços em aplicar controles de qualidade já predominam em outros setores e também, nos últimos anos, vêm sendo realizados dentro da construção. Porém as particularidades da área dificultam as utilizações de praticas modernas de qualidade.

Assim, propõe Ambrozewicz (2003a) que a busca pela qualidade dentro do setor está longe de ser um processo simples, com um grande histórico de desigualdade nos padrões de qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

O ciclo da qualidade na construção inicia-se com a identificação das necessidades do cliente da obra, se adequando ao uso, ou seja, atendendo aos requisitos de desempenho para o que a edificação será utilizada, passando por diversos processos produtivos resultando no produto final que deve atender às necessidades identificadas inicialmente, caracterizando a qualidade na obra como satisfação total dos clientes (SOUZA et al. 1995).

Segundo Paladini (2004), o enfoque mais usual para a definição da qualidade envolve a ideia de centrar a qualidade no consumidor.

Decorrente das falhas do setor, em 1991 foi criado pelo Brasil o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), é um instrumento do Governo Federal e sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Dessa forma espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução dos custos e a otimização do uso dos recursos públicos.

O Programa é baseado nas normas elaboradas pela *Internacional Organization for Standartization* (ISO), mais especificamente a ISO 9001, que designa um grupo de normas técnicas, que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral.

Este estudo propôs avaliar um serviço executado em uma obra de edificação, que seja controlado pelo PBQP-H, utilizando-se de ferramentas simples da qualidade como apoio na verificação e controle dos métodos de serviços realizados.

Escolheu-se a parte de alvenaria estrutural, pois entende-se que essa atividade seja a principal executada dentro desse tipo de construção e os defeitos encontrados pode acarretar sérios riscos para a edificação e seus ocupantes, gerando riscos diretos e comprometendo a qualidade final observada nos serviços e produtos oferecidos.

### **1.1 Justificativa**

O presente trabalho está sendo realizado para que os processos e informações gerados pela empresa em questão sejam compreendidos ao nível tático e operacional e a importância do setor de qualidade dentro da construção civil. Assim a utilização de ferramentas simples da qualidade torne-se rotineira para as resoluções de conflitos e melhor tomada de decisões, mudando o comportamento dos envolvidos e ajudando a melhorar a qualidade final do produto e diminuição dos custos.

O estudo propôs relacionar os diversos problemas na execução de alvenaria apresentados na edificação. O tema surgiu da necessidade de melhorar o controle da qualidade do final da obra utilizando-se ferramentas não exigidas dentro do PBQP-H, mas necessárias como complemento.

### **1.2 Definição e delimitação do problema**

A construtora em estudo é certificada no PBQP-H e pelo SiAC (Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil) em nível A, portanto por exigência do programa todos os processos produtivos devem ser rastreados, verificados, controlados e devem possuir instruções de como executa-los. A edificação se encontra na cidade de Maringá e está em fase de acabamento que seria a fase final da obra.

O foco do projeto será no serviço de alvenaria estrutural, sendo parte fundamental da execução da obra e do bom funcionamento e desempenho da edificação, tendo grande influência na qualidade da obra. Podem segundo Viana (2009) representar uma parcela significativa do custo da execução da edificação e quando mal executado gera retrabalho minucioso e exaustivo, refletindo em atrasos no cronograma e custos excessivos.

A finalidade do estudo é implantar melhorias no processo produtivo e eliminar atividades que estejam executando-se de maneira errada, para tal serão utilizadas ferramentas da qualidade. Assim depois de identificado os problemas será implementado um modelo de melhoria.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Verificar com o uso do ciclo PDCA e de ferramentas da qualidade como folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa e 5W2H, a execução do serviço de alvenaria estrutural monitorado no PBQP-H, analisar ocorrências de não conformidades e propor melhorias.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Caracterizar e entender o processo de alvenaria estrutural;
- Utilizar ferramentas da qualidade, citadas acima, não propostas pelo PBQP-H;
- Identificar os processos em que ocorrem não conformidades;
- Propor planos de ações para reduzir ou eliminar as não conformidades;
- Minimizar as causas fundamentais e agir para manter os resultados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

No capítulo apresentado agora, serão revisados na literatura, alguns conceitos fundamentais para o entendimento dos resultados que serão apresentados.

Os conceitos apresentados serão: qualidade, a evolução da qualidade, qualidade na construção civil. Então serão introduzidos os conceitos do PBQP-H e a sua certificação.

Por fim serão apresentadas as teorias sobre as ferramentas da qualidade que foram utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

### 2.1 Conceitos da qualidade

O termo qualidade derivado do latim *qualitate*, que ao longo do tempo desenvolveu seu conceito relacionado ao mercado e estudado afundo por estudiosos. Suas mais recorrentes definições são os focos no atendimento as necessidades do cliente e o padrão de produção e serviços prestados pela empresa (SELEME e STADLER, 2008).

Para o mentor da qualidade Juran (2009) a qualidade é ausência de defeitos, ou ainda, a qualidade é adequação ao uso.

O termo qualidade também definido pela norma ISO 8.402 (apud Thomaz, 2001), seriam todas as características de um produto que permitam satisfazer as necessidades explícitas e implícitas dos seus usuários.

Ainda segundo Thomaz (2001), seria o conjunto das propriedades de um bem ou serviço que importam para satisfazer as necessidades dos seus usuários, com a melhor economia de insumos e energia, proteção a saúde e integridade física do trabalhador, com máxima preservação da natureza.

Também segundo Seleme e Stadler (2008) a satisfação das necessidades do cliente deve ser o foco da organização, que, portanto, deve suprir as expectativas do cliente com seus serviços e produtos.

“A qualidade não é apenas mais uma opção das instituições, pois a concorrência se utilizada de metodologias e ferramentas, com vistas a extrair delas todo o potencial de melhoria e aceitação dos produtos. São ferramentas simples e muito eficazes que

auxiliam o gestor na solução de problemas e ainda permitem o crescimento do ser humano em direção à melhoria da qualidade de vida, pois podem também ser utilizadas na esfera pessoal.” (SELEME e STADLER, 2008)

Segundo Garvin (2002), a qualidade pode ser percebida por cinco focagens diferentes, mas que devem ser combinadas para melhorar o processo produtivo: tentando se obter excelência em termos de especificação do produto, a preocupação com as exigências do usuário, baseada no melhor processo produtivo, nas características que agregam valor ao produto e por fim baseada no valor que é a qualidade baseada em custo e preço.

## **2.2 Evolução da Qualidade**

Segundo Barçante (1998) a qualidade existe desde que o mundo é mundo. O homem sempre procurou o que mais se adequasse às suas necessidades, fossem elas materiais, sociais ou qualquer outra necessidade.

Voltando no tempo, desde a época da Revolução Industrial, com a evolução nos métodos de trabalhos, ferramentas, unidades de medidas, a qualidade evoluiu até nossos dias de hoje através de quatro eras, são elas as eras da Inspeção, Controle Estatístico da qualidade, Garantia da Qualidade e Gestão da Qualidade Total (BARÇANTE, 1998).

Até o final do século XVIII, a atividade de produção era artesanal e em pequena escala, sendo os próprios artesãos responsáveis pela qualidade final do produto. Porém, com a desenvolvimento da industrialização, advento da produção em massa, tornou-se necessário um sistema baseado em inspeções, legitimando a função de um inspetor para conferir a qualidade do produto, onde um ou mais atributos de um produto eram medidos, verificados e testados (BARÇANTE, 1998).

No início do século XX, o engenheiro Frederick W. Taylor escreveu o livro método científico de administrar, legitimando a era da Inspeção. O sistema de Taylor obteve resultados impressionantes no que se diz respeito a aumento de produtividade, sendo esse o motivo, segundo Juran (apud Barçante, 2009), da liderança mundial de produtividade dos EUA (BARÇANTE, 1998).

Com a ascensão da indústria e a produção em massa, tornou-se inviável inspecionar todos os produtos produzidos que saíam aos milhares das linhas de montagem, razão do surgimento da nova era da qualidade que foi a introdução de ferramentas estatísticas nas indústrias, baseados

em técnicas de amostragem, assim invés de inspecionar todos os produtos, eram selecionadas amostras de certas quantidades que representassem aquele lote (AILDEFONSO, 2006).

Começou então a se estruturar um estilo de gestão corretiva, identificando as causas raízes e agindo sobre elas. A matéria-prima, mão de obra, máquina, metodologia, meio ambiente e medida são algumas dos motivos que podem causar variabilidade no processo, ou seja, são as possíveis causas, da variação apresentada na característica final do produto/serviço. Com conhecimento dessas causas, através do controle estatístico, é possível manter o processo sob controle (BARÇANTE, 1998).

Com o termino da Segunda Guerra Mundial, a Guerra fria fez com que a questão da qualidade ganhasse novo conceito. Estudos mostravam que os problemas decorrentes da falta de qualidade eram gerados em 80% dos casos por falhas gerenciais. Nesta nova era da garantia da qualidade, além de inspeções e controles estatísticos, são incluídos conceitos, habilidades e técnicas gerenciais (AILDEFONSO, 2006).

A garantia da qualidade assegurava ao cliente que o fornecedor era capaz de atender a todas as suas expectativas. Então essa era se baseava no principio de que para se alcançar a verdadeira qualidade, as preocupações com a qualidade deveriam se estender desde o projeto, fornecimento de materiais, até a entrega final e o grau de satisfação do cliente com o uso do produto (AILDEFONSO, 2006).

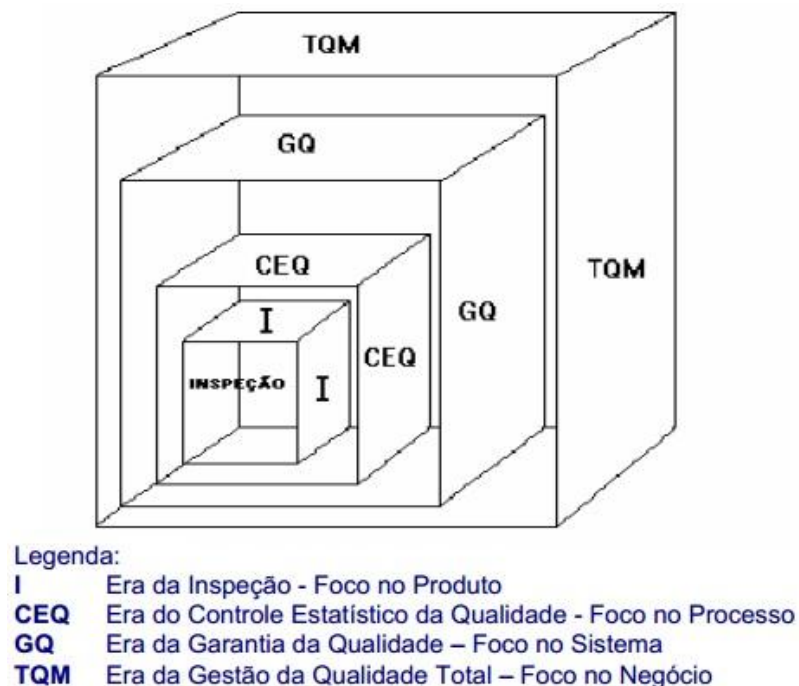
Segundo o professor Barçante (1998) essa era foi marcada por quatro movimentos:

- i. A quantificação dos custos da qualidade: buscava mostrar aos gerentes o impacto dos custos da qualidade nas empresas, provando que o aumento com custos de prevenção, que seriam esforços para se produzir corretamente na primeira vez, e custos de avaliação, que são custos com a avaliação e medição das características da qualidade dos produtos e serviços, diminuiriam de forma compensadora para a empresa os custos com falhas internas, que são quando os produtos ou serviços não atendem as especificações desejadas antes de serem entregues ao consumidor final, e custos externos, que ocorrem quando os produtos ou serviços entregues não atendem as expectativas desejadas.
- ii. Controle total da qualidade (TQC): Nesses princípios, a qualidade passa a ser um trabalho de todos na empresa, e o controle da qualidade se inicia desde o

projeto até a satisfação do cliente, que passa a o centro das atenções das empresas que dirigem seus esforços para atender suas necessidades e expectativas.

- iii. Técnicas de confiabilidade: No desenvolvimento dessa técnica, onde as teorias de probabilidade e estatística foram estudadas mais a fundo, tinha por objetivo garantir um desempenho aceitável de seu produto ao longo do tempo.
- iv. Zero defeito: Ressaltava muito a filosofia da conscientização e motivação dos funcionários, através de treinamentos, estabelecimento de objetivos e divulgação dos resultados alcançados, dando menos ênfase a propostas de soluções de problemas, constituindo-se em fazer certo da primeira vez.

A era da gestão da qualidade total é uma evolução natural das três eras que a precedem e está em atividade até hoje, ela engloba as três eras anterior (BARÇANTE, 1998).



**Figura 1: Evolução das eras da qualidade**

**Fonte: Barçante, (1998)**

Com essa nova dimensão a qualidade deixa de ser atributo do produto, deixa de ser também de responsabilidade exclusiva do departamento, e passa a ser responsabilidade de todos na companhia (AILDEFONSO, 2006). Nesse sentido a gestão da qualidade passa a ser inserida



em tudo que se realiza na empresa e em todos os seus níveis e áreas, incluindo vendas, finanças, compras, e outras atividades, não ligadas diretamente a produção (BARÇANTE, 1998).

Desse modo o objetivo da administração da qualidade é procurar garantir a satisfação do cliente, criando produtos/serviços com o máximo de economia, garantindo também os interesses econômicos da empresa (AILDEFONSO, 2006).

### **2.3 Qualidade na construção civil**

Segundo Ambrozewicz (2003b) a indústria da construção civil é uma das maiores geradoras de empregos e de riquezas no Brasil, ocupando em média 6% da mão-de-obra nacional e 13% do Produto Interno Bruto (PIB). Porém essa expressividade toda na economia não se traduz em modernidade nos processos construtivos, principalmente entre as médias e pequenas empresas do setor. É normal predominar uma “cultura de improviso” que pode acarretar prejuízos econômicos.

Os primeiros modelos de gestão de qualidade adotados na construção civil surgiram em 1995, e as principais causas que levaram essas empresas a adotarem esses programas foram: melhor a qualidade dos produtos, aumentar a produtividade e criar um diferencial de marketing (AMBROZEWICZ, 2003b).

Pós-implantação de um modelo de gestão da qualidade no setor de construção, os principais benefícios obtidos foram as padronizações das atividades, valorização da imagem das empresas no mercado, maior organização nos canteiros de obra, redução de erros e desperdícios, implantação de uma rotina de melhoria contínua na empresa, mudança de atitude entre os colaboradores, entre outros (AMBROZEWICZ, 2003b).

Entre as principais dificuldades na manutenção de um sistema de qualidade estão a operacionalização das rotinas impostas pelo sistema, grande esforço de manutenção da documentação, choque do sistema de qualidade com a cultura da empresa, mas o principal problema encontrado é a falta de comprometimento das pessoas (AMBROZEWICZ, 2003b).

Após o lançamento do PBQP-H pelo governo federal, as construtoras para poderem participar de concorrências públicas e receber financiamento da Caixa Econômica Federal teriam que estar qualificadas (AMBROZEWICZ, 2003b).

Além da questão de obter financiamentos, que é fundamental para a sobrevivência da empresa, a adesão a um programa de qualidade traz uma série de outros benefícios que as próprias empresas não esperavam obter (AMBROZEWICZ, 2003b).

## **2.4 Normalização**

Segundo Ambrozewicz (2003b) o SiAC do PBQP-H é uma norma, ou seja, uma regra estabelecida para a realização ou avaliação de alguma coisa, que deve ser adotada e verificada para que uma empresa pretendente possa obter sua certificação, ou seja a empresa deve estar normalizada segundo as regras e procedimentos estabelecidos por aquele órgão normalizador. Para entender melhor ela define o que é padronização.

Padrão é um documento estabelecido por consenso para simplificar e unificar um procedimento, tarefa ou serviço de forma que aumente a produtividade de uma organização, não podendo ser fixo, devendo evoluir continuamente. Enquanto a padronização seria a atividade de se utilizar de padrões (AMBROZEWICZ, 2003b).

Segundo Juran (1990) não existe controle sem padronização. Nas empresas modernas de todo o mundo a padronização é considerada uma ferramenta gerencial fundamental (CAMPOS, 1992).

Normalização é um padrão estabelecido por uma entidade externa. No presente caso busca-se manter o certificado de normalização segundo as normas do SiAC do PBQP-H (AMBROZEWICZ, 2003b).

### **2.4.1 O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**

O Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade tem como finalidade difundir os novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção, indispensáveis à modernização e competitividade das empresas brasileiras.

Segundo o Ministério das Cidades (2014), uma das grandes virtudes do PBQP-H é a criação e a estruturação de um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, no qual os agentes podem pautar suas ações específicas visando à modernização, não só em medidas ligadas à tecnologia no sentido estrito (desenvolvimento ou compra de tecnologia; desenvolvimento de processos de produção ou de execução; desenvolvimento de procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados), mas também em tecnologias de

organização, de métodos e de ferramentas de gestão (gestão e organização de recursos humanos; gestão da qualidade; gestão de suprimentos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de projetos).

Segundo a empresa BSIBrasil, o programa apresenta diversos benefícios, como, ampliação do mercado, aumento de produtividade, redução com custos de retrabalho, reconhecimento de clientes, modernização do setor, além de permitir o alinhamento e integração com os sistemas de gestão da qualidade ISO 9001 e gestão ambiental ISO 14001.

O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H tem como objetivo avaliar a conformidade de Sistemas de Gestão da Qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor de serviços e obras atuantes na Construção Civil, visando contribuir para a evolução da qualidade no setor.

O certificado PBQP-H SiAC é um pré-requisito exigido por instituições como a Caixa Econômica Federal e outros bancos para a concessão de financiamentos habitacionais. Alguns governos estaduais e prefeituras municipais também exigem o certificado PBQP-H SiAC para a participação em licitações.

Segundo o Ministério das Cidades (2014), por adotar um modelo de gestão inovador, descentralizado, baseado na construção de parcerias e no foco sobre resultados para o usuário final (o cidadão), tem a necessidade de alicerçar suas ações técnicas em informações que deem o suporte necessário à tomada de decisões por parte da Coordenação Geral do Programa; e, principalmente, a necessidade de avaliar os processos de tomada de decisão, quanto ao alcance dos propósitos e objetivos do Programa: melhoria da qualidade e produtividade, e modernização do setor da construção, da forma mais racional possível.

#### **2.4.2 Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC)**

De acordo com o Ministério das Cidades (2014) no uso da atribuição que confere o Art. 87, inciso II da Constituição Federal, cria o SiAC, aprova seu regimento geral, seu regimento específico na área técnica de execução de obras e aprova os referenciais normativos nos níveis D, C, B, A, aplicáveis a empresas da especialidade técnica executoras de obras.

Segundo seu regimento geral, o SiAC do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H tem como objetivo avaliar a conformidade de sistemas de gestão da qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil, visando a contribuir para a qualidade no setor.

Ainda é responsabilidade do SiAC regulamentar os Organismos de Certificação Credenciada, autorizados pela comissão nacional, que são as empresas que farão auditorias de fiscalização para adesão ao processo do PBQP-H, com validade. O prazo de um ciclo de validação ao programa dura 36 meses e devem ser feitas auditorias de manutenção no prazo de 12 meses, a partir da última realizada.

O referencial normativo do SiAC do PBQP-H estabelece os requisitos do nível A como o mais abrangente dos níveis possíveis, designando o mínimo de porcentagem dos serviços controlados conforme a certificação A em 100%. Classificando o serviço de execução controlado, como alvenaria estrutural, devendo ser verificado seus serviços de execução e transpassados em FVS, assim como a empresa construtora deve garantir a rastreabilidade, ou identificação única dos locais de utilização de cada lote, para o material controlado.

## **2.5 Ferramentas da Qualidade**

Segundo o professor Ishikawa (apud Lucinda, 2010), um dos pioneiros da gestão pela qualidade total no Japão, as aplicações das ferramentas da qualidade eram capazes de resolver cerca de 95% dos problemas da organização.

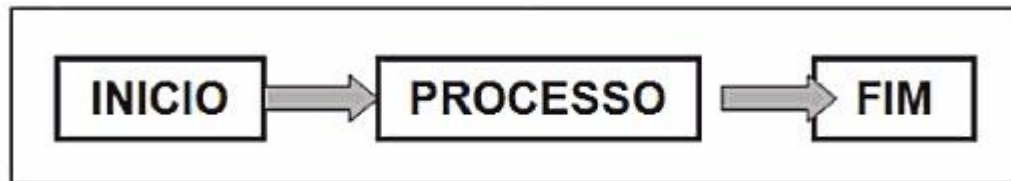
Segundo Ambrozewicz (2003b) o conjunto de técnicas da Qualidade Total envolve as ferramentas, que são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, ou seja, alguns métodos que viabilizam e auxiliam a implantação da Qualidade Total.

### **2.5.1 Fluxograma**

Segundo César (2011) um fluxograma é a representação gráfica da sequência de atividades de um processo, facilitando visualizar as diversas etapas produtivas, podendo identificar os pontos que merecem maior atenção. Sendo uma ferramenta fundamental, tanto para o planejamento (elaboração do projeto), como para o aperfeiçoamento (análise, crítica e alterações) do processo. Sendo formado por basicamente três processos:

- i. Início: assunto a ser considerado no problema;
- ii. Processo: todas as operações que compõe o problema
- iii. Fim: Fim do processo, onde não existe mais ações a serem consideradas.

Representados na figura abaixo:



**Figura 2: Fluxograma**

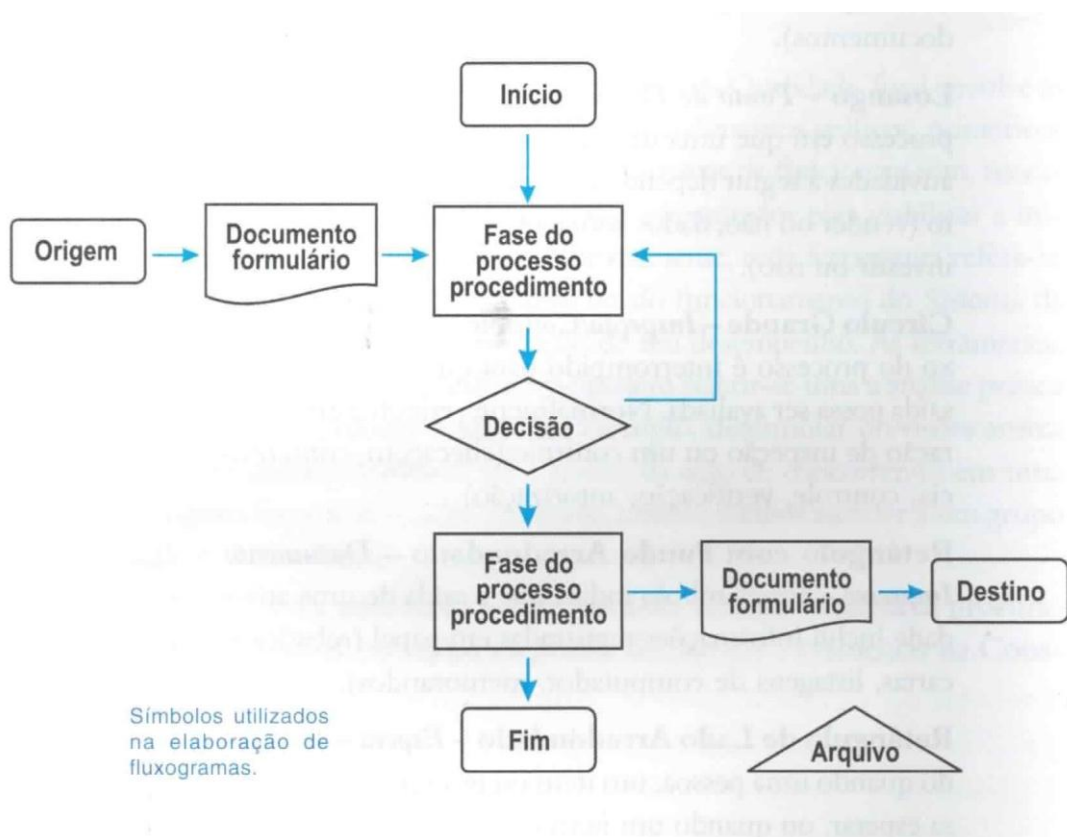
**Fonte: César, (2011)**

Segundo Ambrozewicz (2003b), o fluxograma serve para permitir o rápido entendimento de como o processo opera, podendo ser utilizado para uma rotina específica ou para o entendimento global de uma empresa. Os símbolos mais utilizados e seus significados dentro do fluxograma, são:

- i. Retângulo-Operação: mudança no fluxo de processo, usado para mostrar uma atividade.
- ii. Seta Grossa-Transporte: movimentação física e concreta entre localidades.
- iii. Losango-Ponto de decisão: tomada de decisão, a sequencia seguinte depende a decisão tomada nesse ponto.
- iv. Círculo Grande-Inspeção: o fluxo é interrompido para que a qualidade de saída seja avaliada.
- v. Retângulo com fundo arredondado-Documento impresso: saída de uma atividade que inclui informações registradas em papel.
- vi. Retângulo de lado arredondado-Espera: quando uma pessoa, item ou atividade tem que esperar a próxima atividade.

- vii. Triângulo-Armazenagem: quando existe uma condição de armazenagem sob controle e necessita de uma requisição para seguir adiante.
- viii. Círculo pequeno-Paginação: indica continuação do fluxograma em outro lugar.
- ix. Seta-Sentido do fluxo: indica as sequencias das fases do processo.
- x. Círculo alongado-Limites: início e fim de um processo.

Representados na figura 3:



**Figura 3: Exemplo de Fluxograma**

Fonte: Ambrozewicz, (2003b)

### 2.5.2 Folha de Verificação/Checagem de Serviço (FVS)

Segundo Meireles (2001) a folha de verificação é uma ferramenta administrativa e de uso muito simples e tem a finalidade de receber anotações que mostram a frequência de certos eventos.

Segundo Ambrozewicz (2003b) as folhas de checagem são ferramentas utilizadas para o registro de dados. As folhas são esquematizadas conforme as necessidades específicas de seu usuário e/ou tarefa, por isso apresentam flexibilidade na elaboração, utilização e interpretação.

Diz Meireles (2001) que as folhas de verificação devem ter os seguintes elementos:

- i. Título: para indicar o nome pelo qual o documento é conhecido. Deve ser sintético e exprimir o conteúdo da folha.
- ii. Período de observação: deve indicar o início e fim das observações realizadas.
- iii. Eventos controlados: indicar os tipos de eventos que a Folha de Verificação controla.

Ainda segundo Meireles (2001), a Folha de Verificação apesar de sua aparente simplicidade deve ser bem estruturada para coletar as informações com eficácia. Servindo então para coletar informações para posterior análise. Assim uma folha de verificação tem que possuir nitidamente as informações, como, os dados coletados devem ser suficientes para dar respostas para as questões que queremos saber, os dados sejam de fácil entendimento para análises de pessoas diferentes, seja inteligível.

Segue exemplo, da figura 4, de uma Ficha de verificação:

**FOLHA DE CONTROLE PARA CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA DE PARETO**

DATA: \_\_\_\_\_ OBRA: \_\_\_\_\_

Tipos de Defeito	Tabulação	Frequência total	%	Classificação
Concreto mal vibrado	HH HH I	11	6	6º
Falha na impermeabilização	HH HH HH HH I	21	10	4º
Recomposição de pavimentos, guias sarjetas mal feitas	HH HH HH HH HH HH HH HH HH HH HH HH HH III	68	34	1º
Compactação de solo mal executada	HH HH IIII	14	7	5º
Locação e nivelamento mal feito	HH HH HH HH HH HH HH HH I	41	20	2º
Assentamento de tubos de PVC mal feito	HH HH HH HH HH IIII	29	14	3º
Outros	HH HH HH III	18	9	7º
<b>TOTAL</b>		202	100%	

Figura 4: Exemplo de FVS

Fonte: Ambrozewicz, (2003b)

Um dos tipos de folhas de verificação existente é a folha de verificação para classificação, que é utilizada para subdividir um item inspecionado em suas diversas categorias. Uma folha de verificação deste tipo seria classificar os itens defeituosos segundo os tipos de defeitos encontrados. (WERKEMA, 1995)

Na figura 5 pode-se ver um exemplo da folha de verificação descrita acima:



**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	☒☒☐	12
Trinca	☒☒☒☒☒☒☒☒☐	41
Revestimento Inadequado	☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒	55
Muito Grossa ou Muito Fina	☒☒☐	11
Não - Acabada	☒	5
Outros	☐	3
	Total	127
Total Rejeitado	☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒	90

Figura 5: Exemplo de FVS de classificação

Fonte: Werkema, (1995)

### 2.5.3 Gráfico de Pareto

Segundo Werkema (1995) o gráfico de Pareto é um gráfico formado de barras verticais que disponibiliza as informações de uma maneira que torna evidente e visual a priorização dos temas abordados. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas viáveis de serem alcançadas.

Meireles (2001) diz que as principais utilidades do gráfico de Pareto, ou também conhecido por gráfico de curva ABC, é selecionar os itens mais importantes de uma série e permitir a estratificação de dados, isto é, a divisão de um conjunto de dados em partes.

Usa-se o gráfico de Pareto quando precisa ressaltar a importância relativa de vários elementos de uma lista. O gráfico é muito utilizado para definir e classificar as causas mais importantes de um processo. (MEIRELES, 2001)

O princípio de Pareto também estabelece que os problemas relacionados à qualidade, como percentual de itens defeituosos, perdas de produção, ocorrência de acidentes de trabalho, entre outros, os quais se traduzem sob a forma de perdas, podem ser classificados em duas categorias: os poucos vitais, que representam um pequeno número de problemas, mas que resultam em grandes perdas para a empresa e os muitos triviais que são uma extensa lista de problemas, porém apesar de seu grande número, convertem-se em perdas poucos significativas. (WERKEMA, 1995)

Assim, segundo Juran (apud Meireles, 2001), a análise do gráfico pode demonstrar que a maioria dos problemas decorre de um número muito pequeno de causas vitais e que aproximadamente 80% dos problemas são causados por 20% das causas.

De tal modo o gráfico de Pareto dispõe a informação de forma a permitir voltar a concentração dos esforços para as áreas onde pode-se obter os maiores ganhos. (WERKEMA, 1995)

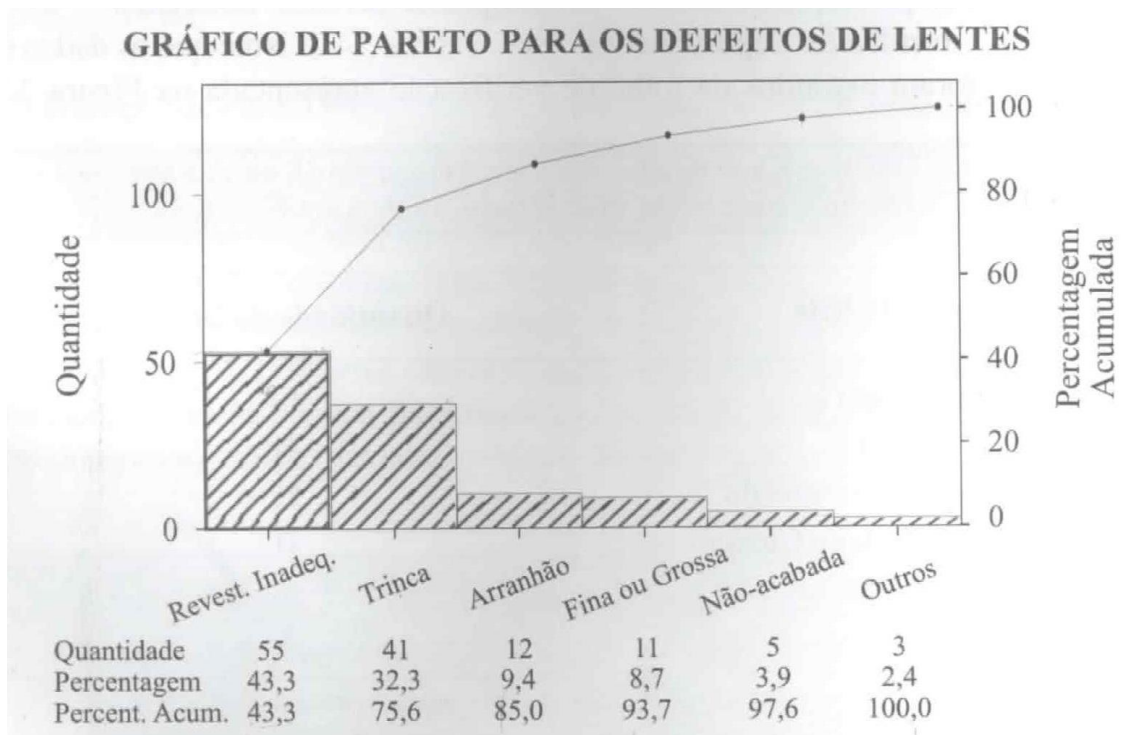
Abaixo na figura 7, encontra-se um exemplo do gráfico de Pareto dos tipos de defeitos encontrados na fabricação de lentes, montado a partir da sua folha de verificação de serviço da figura 6:

Tipo de Defeito	Quantidade de Defeito
Arranhão	12
Trinca	41
Revestimento Inadequado	55
Muito Fina ou Muito Grossa	11
Não-Acabada	5
Outros	3
Total	127

Número Total de Lentes Inspeccionadas: 1200

**Figura 6: Tabela com defeitos**

Fonte: Werkema, (1995)



**Figura 7: Exemplo de Gráfico de Pareto**

Fonte: Werkema, (1995)

### 2.5.4 Diagrama de Ishikawa

Segundo Ishikawa (1993) se os objetivos e metas forem estabelecidos sem estar acompanhado dos métodos para alcançá-los, o controle de qualidade será apenas um exercício mental, não se pode simplesmente pedir as pessoas que alcancem objetivos. A menos que se estabeleçam métodos científicos e racionais de alcançar os objetivos, nada será adquirido.

Ainda segundo Ishikawa (1993) no diagrama de causa e efeito assim nomeado por ele, o efeito é encontrado no final da extremidade direita, pois alcançar as características da qualidade analisada é o objetivo do sistema, e as palavras que aparecem na ponta das ramificações são as causas que estão surtindo aquele efeito. Representado na figura 8 abaixo:

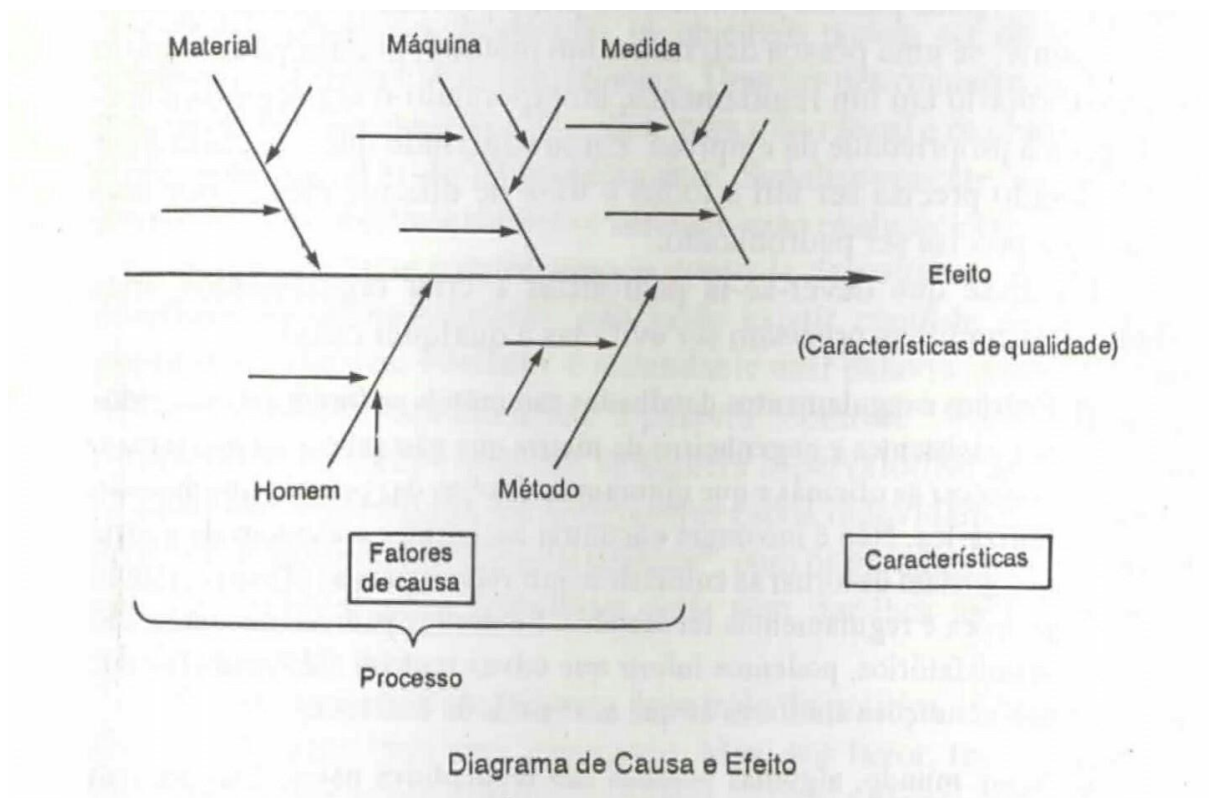
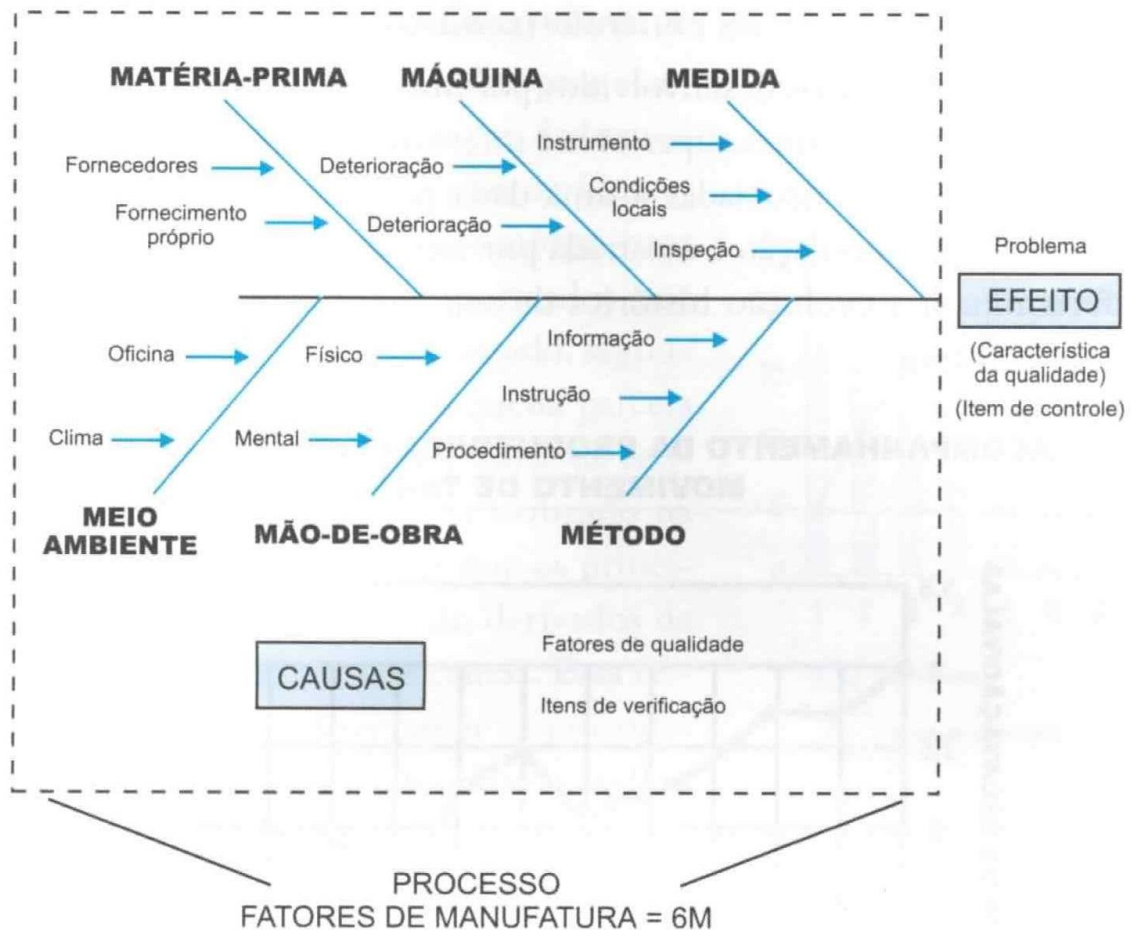


Figura 8: Diagrama de Ishikawa

Fonte: Ishikawa, (1993)

Na opinião de Ishikawa (1993), o processo, que é um conjunto de fatores de causa, precisa de controle para que se obtenha bons produtos e este tipo de enfoque antecipa problemas ajudando na prevenção e não atuando depois do problema.

Segundo Ambrozewicz (2003) o diagrama de Ishikawa trata-se de um instrumento voltado para a análise de processos produtivos, sua forma é parecida com uma espinha de peixe, onde o eixo principal mostra um fluxo de informações, e as espinhas, que para ele se dirigem são contribuições secundarias do processo. O diagrama permite as causas e seus consequentes efeitos. Mostrado na figura 9 abaixo:



**Figura 9: Diagrama de Ishikawa com contribuições**

**Fonte: Werkema, (1995)**

Segundo Werkema (1995) o diagrama de causa e efeito, ou diagrama de Ishikawa, não tem a finalidade de identificar entre as causas fundamentais, qual é a causa fundamental do problema considerado, o diagrama é uma ferramenta importante no ciclo PDCA para sumarizar e organizar as possíveis causas do problema analisado, no entanto a descoberta da causa fundamental do problema deve ser feita por meio da coleta e análise de dados.

### 2.5.5 5W2H

Segundo Daychouw (2007) o método 5W2H consiste basicamente em fazer perguntas de uma forma a obter todas as informações principais que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral. A terminologia 5W2H tem origem nos termos da língua inglesa *What, Who, Why, Where, When, How, How much*. Esta ferramenta pode ser aplicada em diversas áreas de conhecimento, servindo de base para o planejamento, como para: planejamento da qualidade, planejamento das aquisições, planejamento dos recursos humanos e planejamento de riscos.

Ainda segundo Daychouw (2007), utilizar o método 5W2H para planejamento da qualidade te permite identificar quais os padrões de qualidade que são relevantes para o projeto e determinar como os satisfazer. É de fundamental importância que as pessoas envolvidas conheçam os processos, identificando os elementos, as atividades, os produtos e serviços e os padrões a eles associados. Conhecer os processos significa que os envolvidos estão familiarizados com seus planejamentos, produções e como são entregues.

Para Aguiar (2002), o 5W2H contribui para a elaboração de um plano de ação, baseado nos dados disponíveis, de maneira a padronizar os processos e possibilitando objetividade na solução de problemas.

As perguntas ao qual o 5W2H deve responder serão listadas na figura 10, para melhor entendimento.

<b>Técnica 5W2H</b>		
<b>What?</b>	(O quê?)	Estabelecer qual será o treinamento a ser realizado.
<b>Who?</b>	(Quem?)	Definir quem são as pessoas que devem ser treinadas.
<b>Why?</b>	(Por quê?)	Identificar os motivos para a realização deste treinamento. Se possível, identificar os resultados mensuráveis esperados ao final.
<b>When?</b>	(Quando?)	Estabelecer o melhor momento, data e horários adequados, cronograma das atividades e duração.
<b>Where?</b>	(Onde?)	Definir o local – espaço físico interno ou externo – materiais, equipamentos, <i>layout</i> da sala, etc.
<b>How?</b>	(Como?)	Verificar se existe trabalho prévio, se haverá atividades especiais, métodos, conteúdos e recursos. Verificar quem serão os instrutores.
<b>How much?</b>	(Quanto?)	Orçar o treinamento.

**Figura 10: Tabela 5W2H**

**Fonte: Farias, (2013)**

## 2.6 Ciclo PDCA

Segundo Daychouw (2007) o ciclo PDCA, que também pode ser conhecido como ciclo de Deming, foi introduzido no Japão logo após a segunda guerra mundial.

O ciclo PDCA é definido por Werkema (1995) como um método gerencial de tomada de decisões, composto de quatro etapas, para garantir que a empresa alcance seus objetivos necessários à sobrevivência da empresa.

Ainda segundo Daychouw (2007) o ciclo tem por objetivos tornar mais fácil e rápido os processos envolvidos na gestão, principalmente na gestão da qualidade, o dividindo em quatro principais passos.

Assim segundo Ishikawa e Campos (apud Werkema, 1995) o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) é composto pelas seguintes etapas:

- i. Planejamento (P): consiste em estabelecer metas e o método para alcançar as metas propostas.
- ii. Execução (D): Executar as tarefas exatamente como foi previsto na etapa anterior e coletar os dados que serão necessários na etapa de verificação do processo.
- iii. Verificação (C): consiste em comparar o resultado alcançado, a partir dos dados coletados, com a meta planejada.
- iv. Atuação Corretiva (A): Consiste em atuar no processo em função dos resultados obtidos. As formas de atuação possíveis são: adotando como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada, ou agindo sobre as causas do não-atingimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo.



**Figura 11: Fases do ciclo PDCA**

**Fonte: Meireles, (2001)**



Na utilização do método de gestão ciclo PDCA pode ser preciso empregar varias ferramentas, estas denominadas ferramentas da qualidade. (WERKEMA, 1995)

Werkema destaca que para ficar claro o entendimento do ciclo PDCA é importante o conhecimento dos dois tipos de metas a serem atingidos:

- i. Metas para Manter: a meta para manter consta de uma faixa aceitável de valores para o item de controle considerado. Portanto são metas para serem mantidas.
- ii. Metas para Melhorar: as metas de melhorias surgem da ideia de que o mercado sempre deseja produtos cada vez melhores, mais baratos e com prazos mais curtos. A entrada de novos concorrentes e surgimento de novas tecnologias levam a necessidade de metas de melhorias. As metas de melhorias então são metas que devem ser atingidas, e para isso ser possível é necessário mudar a forma de atual de trabalho.

Para atingir as metas de melhorias se utilizando do ciclo PDCA, faz-se necessário seguir os passos detalhados dentro de cada uma das quatro fases do ciclo, conforme apresentado na figura abaixo:

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
<b>P</b>	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
<b>D</b>	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
<b>C</b>	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
<b>A</b>	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

**Figura 12: Ciclo PDCA para melhorias**

Fonte: Werkema, (1995)

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Metodologia

Segundo Silva e Menezes (2005), quanto à natureza da pesquisa, o presente trabalho pode ser considerado como uma pesquisa aplicada, ou seja, gera conhecimentos para aplicação prática para a solução de problemas, envolvendo interesses reais. Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa e quantitativa. Em uma primeira etapa foram realizadas pesquisas em fontes bibliográficas como livros e artigos publicados e sites, que serviram como base para um referencial teórico.

O estudo é realizado através de análises, interpretações e aplicações de ferramentas. Após o embasamento teórico se realizará um estudo de caso em uma construtora na cidade de Maringá em processo de auditoria de manutenção.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é exploratória, pois desenvolverá maior familiaridade com o problema a torná-lo explícito.

Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho é um estudo de caso, pois envolve um estudo profundo que permite detalhado conhecimento.

Os passos identificados para a realização do trabalho são:

- Revisão bibliográfica dos conceitos relacionados (conceito de qualidade, a evolução da qualidade, a qualidade na construção civil, certificação e as ferramentas da qualidade);
- Acompanhamento do andamento da edificação;
- Elaboração do fluxo de processos realizados;
- Verificar os serviços executados;
- Levantar informações das não conformidades encontradas na execução dos serviços prestados.
- Identificar possíveis causas das não conformidades;

- Elaborar um plano de ação corretivo e de melhoria;

Tudo isso esquematizado a partir das fases do ciclo PDCA. Na primeira etapa *plan*, define-se claramente o problema e reconhece-se sua importância, então investiga-se as características específicas do problema com uma visão ampla e sobre vários pontos de vista com intuito de descobrir sua causa raiz, somente então elabora-se um plano de ação para bloquear essas causas.

Na segunda etapa *do*, o plano é colocado em prática para bloquear as causas fundamentais investigadas na etapa anterior.

A terceira etapa *check*, inicia-se com a verificação do plano de ação proposto, se foi realmente efetivo ou se não surtiu efeito, caso não tenha efeito deve-se voltar a etapa inicial e recomeçar o ciclo, mas como gerou efeito positivo, segue-se adiante para a próxima etapa.

Nessa última etapa *action*, realiza-se a padronização das modificações realizadas, prevenindo-se contra reaparecimentos dos problemas já resolvidos. Assim se realiza uma recapitulação do que foi realizado e arquiva-se o ciclo para possíveis trabalhos futuros.

### **3.2 Apresentação da empresa**

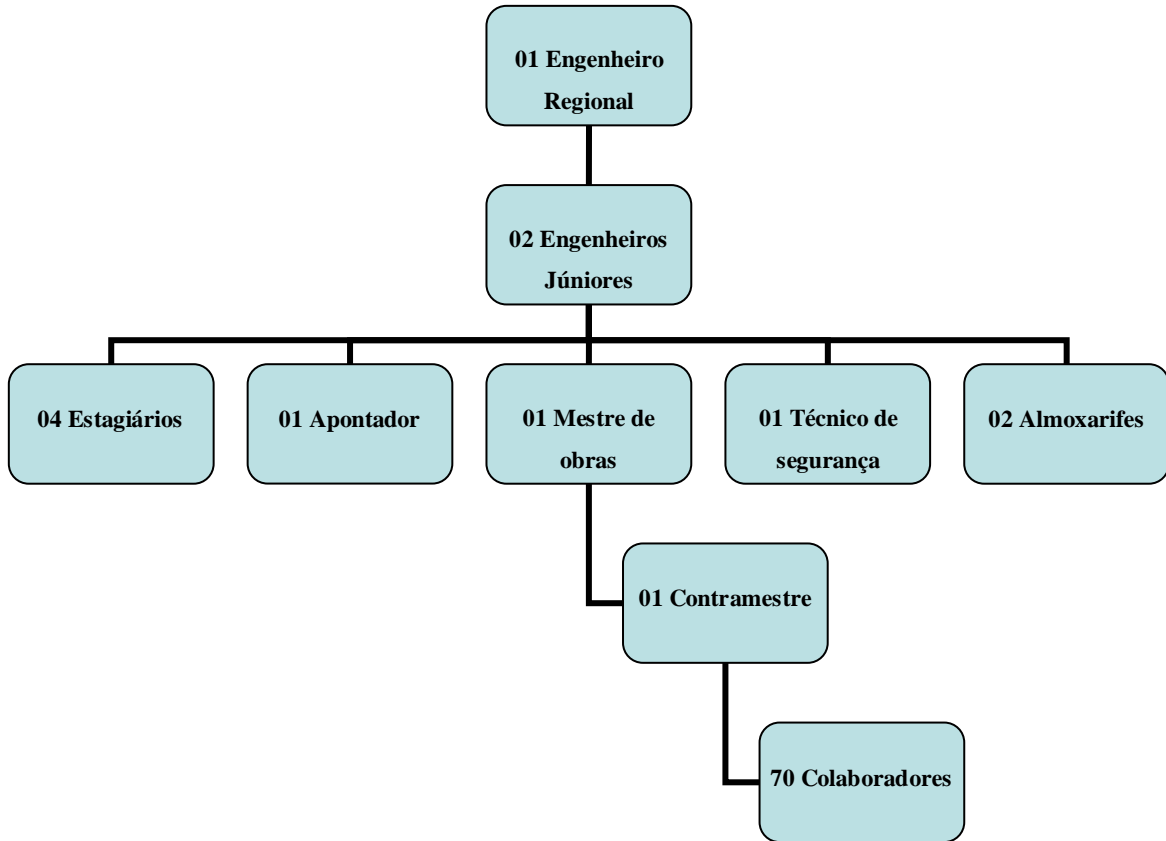
Desde 1979 no mercado imobiliário, a empresa é uma construtora brasileira sediada na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. A empresa atua principalmente no setor de imóveis residenciais voltados para a classe média. Hoje a empresa está presente em mais de 120 cidades brasileiras espalhadas por 17 estados, além do Distrito Federal.

A empresa obteve em novembro de 2001 a certificação no nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação - PBQP-H.

A empresa possui uma política de sustentabilidade que envolve ações como revitalização de praças e parques em várias regiões onde são construídos seus empreendimentos imobiliários.

O quadro de funcionários da obra em questão é composto por 01 engenheiro supervisor regional, 02 engenheiros juniores, 04 estagiários de engenharia, 01 apontador, 01 mestre de obras, 01 contramestre, 01 técnico de segurança, 02 almoxarifes e 70 funcionários que prestam serviços terceirizados para a construtora no atual momento da obra.

Assim segue o organograma da obra de acordo com a figura abaixo:



**Figura 13: Organograma da obra**

**Fonte: Autor, (2014)**

A empresa por ser de atuação nacional, dificulta o entendimento e a descrição do organograma geral, pois atua em muitas cidades e realiza diversas obras pelo país, possuindo uma organização de funcionários muito complexo nos diversos setores.

Porém uma breve descrição dos afazeres na empresa será apresentada para melhor entendimento das funções e responsabilidades de cada profissional citado no organograma da figura 13.

O engenheiro geral é responsável por fiscalizar as obras na região norte do Paraná, e auxiliar os engenheiros juniores.

Os engenheiros juniores são responsáveis pelas compras de materiais, realizada por sistema SAP, assim como pela contratação de serviços terceirizados e da própria empresa. Os estagiários auxiliam em todas as funções de engenharia excedentes da obra, tanto administrativas como em campo.

O mestre de obras e contramestre se ocupam em praticamente tempo integral em auxiliar e fiscalizar o serviço realizado pelas empreiteiras contratadas.

O técnico de segurança fiscaliza os potenciais riscos envolvidos na execução dos serviços, circulação de pessoas pelo canteiro e que as normas vigentes na obra sejam cumpridas, como a utilização correta de EPI's (equipamento de proteção individual) e EPC's (equipamento de proteção coletiva).

Os almoxarifes administram a entrada e saída de material do almoxarifado em geral para controle de estoque. E o apontador realiza os levantamentos e registros da mão de obra no canteiro e fiscaliza a frequência de ponto.

Por fim os colaboradores são funcionários das empreiteiras que executam os trabalhos encaminhados a eles.

### **3.3 Apresentação da obra**

A obra é uma edificação, de quatro torres com 12 pavimentos, construída em um terreno de aproximadamente 15.100 m<sup>2</sup>, com uma área total de construção de aproximadamente 2600 m<sup>2</sup>. A edificação contém 420 apartamentos, com área média de 55 m<sup>2</sup> cada, possuindo apartamentos de dois quartos e um ou dois banheiros, e três quartos e dois banheiros.

Os moradores ainda contam com uma vaga de garagem para carro por apartamento, área de lazer com piscina, salão de festa e espaço *gourmet*. Conforme a figura 14 do layout da obra abaixo:



**Figura 14: Layout da obra**

**Fonte: Autor, (2014)**

A execução da obra pode ser compreendida em três etapas. Sendo a primeira parte de loteamento da área externa do empreendimento, com a realização de rede de esgoto, guias e sarjetas e ruas asfaltadas, serviços preliminares de terraplenagem e movimentação de terra e as instalações do canteiro, como almoxarifado, escritório e alojamento.

A segunda fase se resume a parte de infraestrutura da obra seguido pela marcação de guias, pavimentação e asfalto do interior da edificação. Por último a terceira parte, compreende-se

na execução de obra pesada das torres, como a alvenaria estrutural, lajes, instalações, revestimentos e acabamentos diversos.

### **3.4 Serviço controlado de alvenaria estrutural.**

A alvenaria estrutural segundo Yazigi (1999) é composta por blocos projetados para suportar outras cargas verticais além da do seu próprio peso, compondo a esqueleto estrutural da edificação. Podendo ser classificado conforme sua resistência à compressão na área bruta em unidade de Mega Pascal (MPa), que é o mesmo que dez vezes a unidade kgf/cm<sup>2</sup>.

Segundo Viana (2004) é um sistema que utiliza as paredes não só como sistema de vedação mas também como elementos resistentes às cargas, suportando, além de seu peso próprio, cargas da edificação como lajes e telhados, dispensando assim o uso das estruturas convencionais vigas e pilares. Requerendo projetos e técnicas construtivas especiais.

Ainda segundo Viana (2004) as paredes nas edificações como elemento de vedação devem apresentar características técnicas como:

- Resistência mecânica;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência ao fogo;
- Estanqueidade;
- Durabilidade;

As vedações verticais internas e externas de uma edificação segundo Viana (2009), representam uma parcela significativa do orçamento de uma obra, bem como ocasionam o maior desperdício de materiais e mão de obra.

Para o serviço de execução de alvenarias segundo Viana (2009), a demarcação é feita de acordo com o projeto arquitetônico sendo assentada uma fiada de marcação e o erguimento das alvenarias está baseado em características geométricas, ou seja, as paredes devem ser construídas de maneira perfeitamente vertical ou no prumo e as fiadas de maneira perfeitamente horizontais ou no nível.

O serviço controlado de alvenaria estrutural é executado pela empresa de acordo com o manual do Procedimento de Execução de Serviços, serviço 07, que foi elaborado para atender os requisitos do PBQP-H. O procedimento de execução realizado pela empresa se encontra no ANEXO A, e o fluxograma da sequência de execução no ANEXO B para melhor entendimento.

A alvenaria realizada na obra consiste no serviço de execução de doze pavimentos, totalizando quarenta e oito pavimentos e um total de 480 apartamentos. A realização dos serviços de alvenaria é por conta de uma empreiteira, que dispõe de 21 funcionários, sob contrato no qual se delimitou os serviços a prestar, os prazos para execução, a forma de medição e os prazos para pagamentos.

O cronograma para execução do serviço é estimado pelo sistema SAP da obra. O sistema além de prever a programação dos dias de início e fim, marcados em azul, também auxilia marcando os dias em que os serviços realmente foram realizados, destacados em vermelho, na figura 15. Sendo o tempo estabelecido de 119 dias para a realização total da atividade. A atividade e as datas de início e fim estão destacadas em amarelo, conforme a figura 15 abaixo:



<h2 style="margin: 0;">Cronograma da Obra</h2>	Página: 1 de 1 Impressão: 31/08/2014 08:21:03
--	---

Programado SAP
  Linha Base/Referência
  Realizado

Elemento PEP	Atividade	Dura ção	Data de Início	Data de Fim	Caminho Crítico	8/2014					9/2014					10/2014					11/2014				
						03	10	17	24	31	01	07	14	21	28	01	05	12	19	26	01	02	09	16	
ALVENARIA_ESC.CANLT.VIGOT.VE RG.PLAT.EMPE	0010 Alvenaria de grau escad.canal.vig.ver.cve	70	06/08/2014	11/11/2014	N																				
		70			N																				
		13	12/08/2014	28/08/2014	N																				
	0020 Platibanda e empena	10	12/11/2014	25/11/2014	N																				
		10			N																				
		0			N																				
	0030 Escada da cobertura e acabamentos	1	06/08/2014	06/08/2014	N																				
		1			N																				
		0			N																				

Figura 15: Cronograma do serviço de execução de alvenaria via SAP.

Fonte: Autor, (2014).

### **3.5 Execução do ciclo PDCA para melhoria do serviço de execução de alvenaria estrutural.**

#### **3.5.1 Etapa Planejar (*Plan*)**

Para o monitoramento atual da execução do serviço, foi utilizada a folha de verificação de serviço (FVS), figura 16, elaborada para atender aos requisitos do PBQP-H. Utilizou-se dessa FVS para inspecionar todo apartamento logo que é concluído e desta forma quantificar as não conformidades apresentadas.

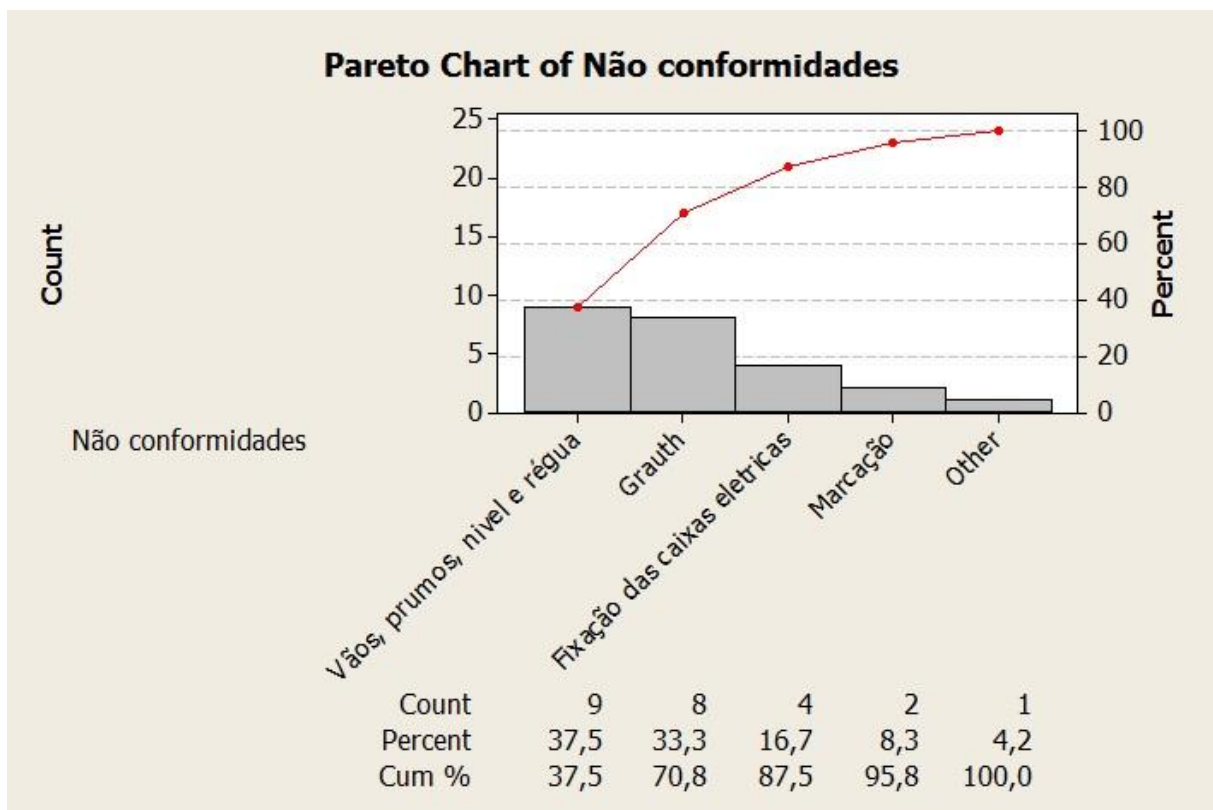
FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO														IDENTIFICAÇÃO				
ATIVIDADE POR APARTAMENTO - 1ª ETAPA														FOR 8.2.4 / 03.01				
														REVISÃO		PÁG.		
														03 - 22/10/2013		1/2		
<b>OBRA:</b>																		
<b>LOCAL:</b>																		
A - Aprovado / R - Reprovado / NA - Não Aplicável																		
ATIVIDADES	ITENS	PES	TOLERÂNCIAS	Apto:			Apto:			Apto:			Apto:					
				DATA DE INÍCIO DO SERVIÇO	INSPEÇÃO			DATA DO TÉRMINO DO SERVIÇO	DATA DE INÍCIO DO SERVIÇO	INSPEÇÃO			DATA DO TÉRMINO DO SERVIÇO	DATA DE INÍCIO DO SERVIÇO	INSPEÇÃO			DATA DO TÉRMINO DO SERVIÇO
					A	R	NA			A	R	NA			A	R	NA	
ALVENARIA	Marcação	7	±5mm															
	Juntas verticais dos blocos	7	±5mm															
	Traço da argamassa	35	-															
	Vãos, prumos, nível e régua	7	±5mm															
	Esquadro nos cantos	7	±2mm															
	Pé direito	7	Conf. Projeto															
	Fixação das caixas e tubulação elétrica	29	Conf. Projeto															
	Verga e contra verga	7	Visualmente															
	Rebarbas de massa e graute	7	Visualmente															
	Grauth	7	Visualmente															

Figura 16: Folha de verificação de serviço de não conformidades do serviço de alvenaria.

Fonte: Autor, (2014).

A folha de verificação apresenta os principais itens que compõem a verificação do serviço e podem apresentar irregularidade, indica o procedimento de execução de serviço (PES) que discute sobre o assunto, delimita as tolerâncias máximas para aprovação do serviço, dispõe de um campo para aprovação ou rejeição, local e o apartamento onde foi aplicada.

A inspeção do serviço foi realizada por 5 semanas e nesse período foram executados 14 apartamentos. Foram quantificados 24 não conformidades nos apartamentos realizados. Estes foram evidenciados no gráfico de Pareto, com o auxílio do programa Minitab, de acordo com a figura 17.



**Figura 17: Gráfico de Pareto de não conformidades**

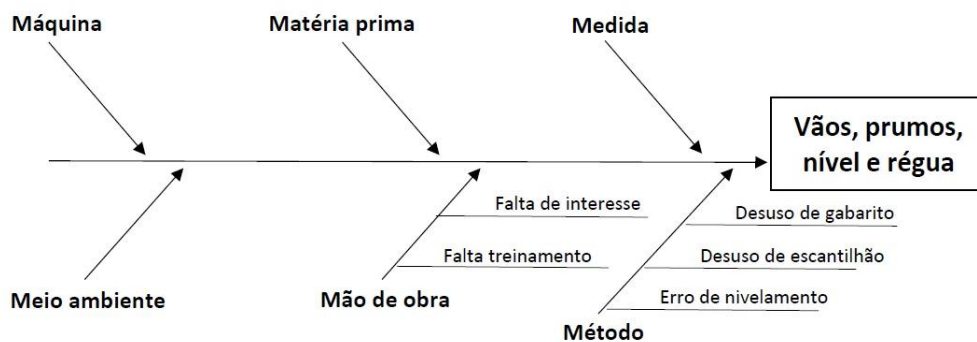
**Fonte: Autor, (2014).**

Pela análise do gráfico visualizou-se que as não conformidades que aparecem em maior quantidade são nos vãos, prumos, nível e régua com 9 apartamentos não conformes e *grauth* com 8 apartamentos não conformes, acumulando ambos 70,8% dos problemas expostos.

Percebeu-se então a importância de se melhorar o serviço pela quantidade de não conformidades apresentadas em sua execução e o comprometimento da qualidade que essas irregularidades podem trazer ao final da edificação.

Os defeitos foram claramente definidos e observados. Diante do quadro apresentado, foram examinadas as causas fundamentais de cada rejeição encontrada através de uma reunião entre os estagiários, os mestres de obras e sob a supervisão dos engenheiros, utilizando-se do gráfico do gráfico de Ishikawa para cada rejeição. Os gráficos gerados são apresentados nas figuras 18, 19, 20, 21.

As não conformidades na execução de vãos, prumos, nível e régua, possui suas causas fundamentais na mão de obra e método, de acordo com a figura 18 abaixo:

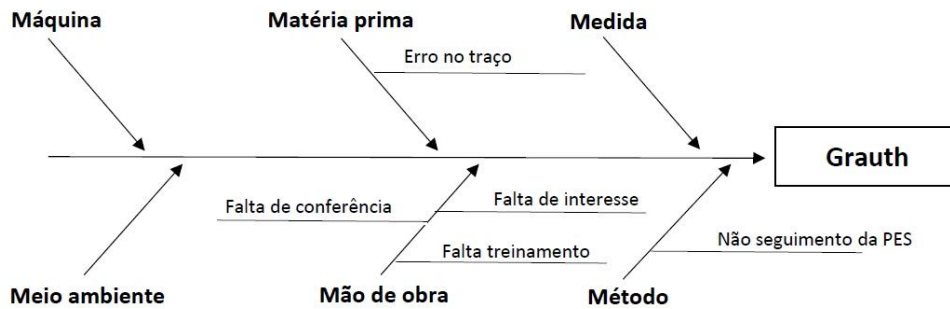


**Figura 18: Gráfico de causa e efeito de não conformidade de vãos, prumos, nível e régua.**

**Fonte: Autor, (2014).**

Dentro dos fatores que influenciam nas não conformidades na execução de vãos, prumos, nível e régua conclui-se que os itens são relacionados a falta de treinamento do funcionário para entendimento da PES e do uso de materiais auxiliares para a execução do serviço.

As não conformidades na execução do *grauth*, possui suas causas fundamentais na mão de obra, método e matéria-prima, de acordo com a figura 19 abaixo:

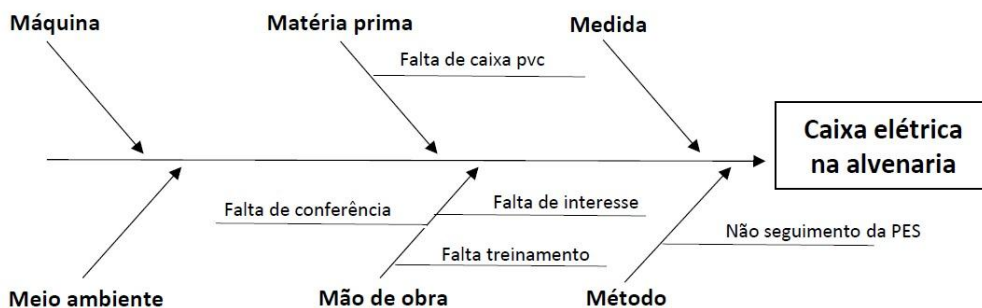


**Figura 19:** Gráfico de causa e efeito de não conformidade de execução do *grauth*.

**Fonte:** Autor, (2014).

Dentro dos fatores que influenciam nas não conformidades na execução de *grauth* conclui-se que os itens são relacionados a falta de treinamento do funcionário para entendimento da PES, erro na execução do traço do *grauth* e ausência de conferência do serviço executado pelos responsáveis.

As não conformidades na execução da fixação das caixas elétricas na alvenaria, possui suas causas fundamentais na mão de obra, método e matéria-prima, de acordo com a figura 20 abaixo:

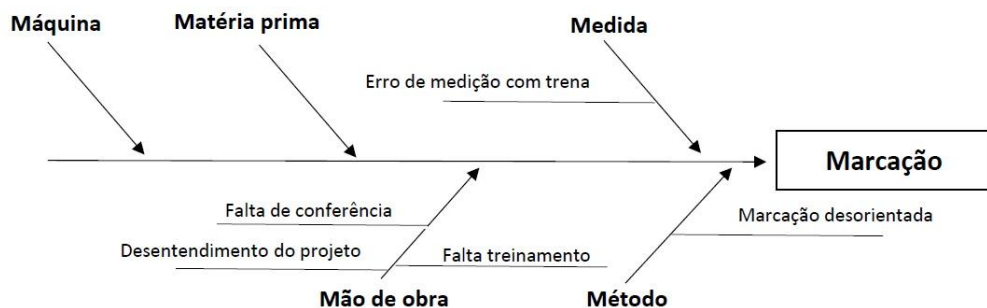


**Figura 20:** Gráfico de causa e efeito de não conformidade de fixação das caixas elétrica na alvenaria.

**Fonte:** Autor, (2014).

Dentro dos fatores que influenciam nas não conformidades na execução da fixação das caixas elétricas na alvenaria conclui-se que os itens são relacionados a falta de treinamento do funcionário para entendimento da PES, ausência de material para a execução do serviço e carência de conferência do serviço executado pelos responsáveis.

Por último as não conformidades na execução da marcação da alvenaria, possui suas causas fundamentais na mão de obra, método e matéria-prima, como demonstrado pela figura 21 abaixo:



**Figura 21: Gráfico de causa e efeito de não conformidade na marcação da alvenaria.**

**Fonte: Autor, (2014).**

Analisando as causas que influenciam nas não conformidades na execução da marcação da alvenaria conclui-se que os itens são relacionados a falta de treinamento do funcionário para entendimento da PES e de projetos, erro na medida por trena, carência de conferência do serviço executado pelos responsáveis e marcação executada de modo errôneo.

Com as definições das causas fundamentais, traçou-se a meta de reduzir os problemas apresentados em pelo menos 25%. Para isso elaborou-se um plano de ação utilizando-se o método 5W2H, de acordo com a tabela 1, para bloquear as não conformidades apresentadas na execução do serviço controlado.

Tabela 1: Plano de ação proposto

Plano de ação						
O que?	Quem?	Por quê?	Quando?	Onde?	Como?	Quanto?
Treinar funcionários para entendimento da PES	Estagiário + Engenheiro	Evitar novos erros	Até Out/14	Canteiro de obras	Acompanhando a execução do trabalho, junto com a PES	Sem custos diretos
Treinar todos os novos futuros funcionários para entendimento da PES	Estagiário + Engenheiro	Evitar novos erros	Ago/14	Administração	Durante a integração abordar os procedimentos dos serviços a serem executados	Sem custos diretos
Comprar gabarito e escantilhão	Engenheiro	Evitar erros de medidas dos vãos	Até Nov/14	Administração	Realizar pedido de gabarito de janela, porta e escantilhão metálicos	Até 2.000,00
Acompanhar nivelamento da alvenaria	Estagiário + mestre de obras	Evitar erros de desnível	Ago/14	Canteiro de obras	Acompanhar a marcação do nível da alvenaria com nível a laser	Sem custos diretos
Conferência de <i>grauth</i> na 6ª fiada de acordo com PES	Estagiário + mestre de obras	Evitar erro de <i>grauteamento</i>	Ago/14	Canteiro de obras	Verificar todos os pontos de <i>grauth</i> na sexta fiada	Sem custos diretos
Designar o novo mestre de obras para cuidar exclusivamente da alvenaria	Mestre de obras	Evitar erros na execução de alvenaria	Ago/14	Canteiro de obras	Responsabilizar o novo mestre de obras para cuidar exclusivamente da alvenaria	Sem custos diretos
Pedir caixas pvc necessárias por pavimento antes do início da execução da alvenaria	Estagiário	Evitar erros de fixação de caixas elétricas na alvenaria	Ago/14	Administração	Quantificar caixas pvc necessárias por pavimento e realizar pedido antes do início da alvenaria	Sem custos diretos
Acompanhar marcação dos apartamentos	Estagiário + mestre de obras	Evitar erros de marcação da primeira fiada	Ago/14	Canteiro de obras	Auxiliar na leitura de projeto e acompanhar a marcação de alvenaria de todos os apartamentos	Sem custos diretos

O plano de ação só apresentou em sua elaboração uma atividade com custo adicional, podendo ser realizada somente depois das demais ações, por possuir um prazo extenso de



aquisição. As demais atividades não apresentaram custos adicionais, pois baseiam-se em melhorias nas realocações das atividades dos funcionários.

### **3.5.2 Etapa Fazer (Do)**

Esta etapa consistiu em executar o plano de ação elaborado com a finalidade de bloquear as causas fundamentais encontradas.

Após a elaboração do plano as atribuições das responsabilidades para cada envolvido e os prazos estipulados ficaram claros, e foram colocados em prática.

Os treinamentos dos funcionários envolvidos com a execução da alvenaria receberam um rápido treinamento sobre as principais não conformidades encontradas, as maneiras de não deixar que ocorram novamente e os principais itens da PES 07. Assim como os novos funcionários que chegaram para a execução do serviço de alvenaria com a liberação de frente de trabalho em duas novas torres, recebendo o mesmo treinamento antes de iniciarem o trabalho.

Os gabaritos e escantilhões já existentes na obra foram colocados à disposição para utilização, foram contatadas obras da região para possíveis transferências dos materiais caso não estivessem mais utilizando e então foi quantificado e orçado a pequena quantidade que faltou e anotados numa planilha de compras para esperar pela nova janela de compra. Assim que a nova janela de compras foi aberta os pedidos foram realizados e saíram as datas para entrega do material em obra.

As novas torres liberadas para serviço de execução de alvenaria foram niveladas sob a supervisão do mestre de obras e do estagiário, antes do início da atividade dos pedreiros.

Foi estabelecido e comunicado aos funcionários que executam a alvenaria que todos os pontos de *grauth* dos apartamentos deveriam ser executados assim que chegassem na sexta fiada e deveriam ser verificados pelo estagiário ou mestre de obras para depois sequenciarem seu trabalho, como antevisto na PES 07.

Com a oportunidade da vinda de mais um mestre de obras, foi estabelecido que ele deveria supervisionar exclusivamente os serviços de execução de alvenaria estrutural.

Foi quantificado pelo estagiário a necessidade de caixas PVC 4x2” para a execução de um pavimento inteiro. Para a realização dos pedidos foi estabelecido que o estoque mínimo deveria ser de dois pavimentos e estoque máximo de seis pavimentos. Assim toda vez que o estoque mínimo é atingido, realiza-se um novo pedido.

As novas torres liberadas para serviço de execução de alvenaria foram marcadas sob a supervisão do mestre de obras e do estagiário, antes do início da atividade dos pedreiros. Assim como todos os demais apartamentos liberados para execução.

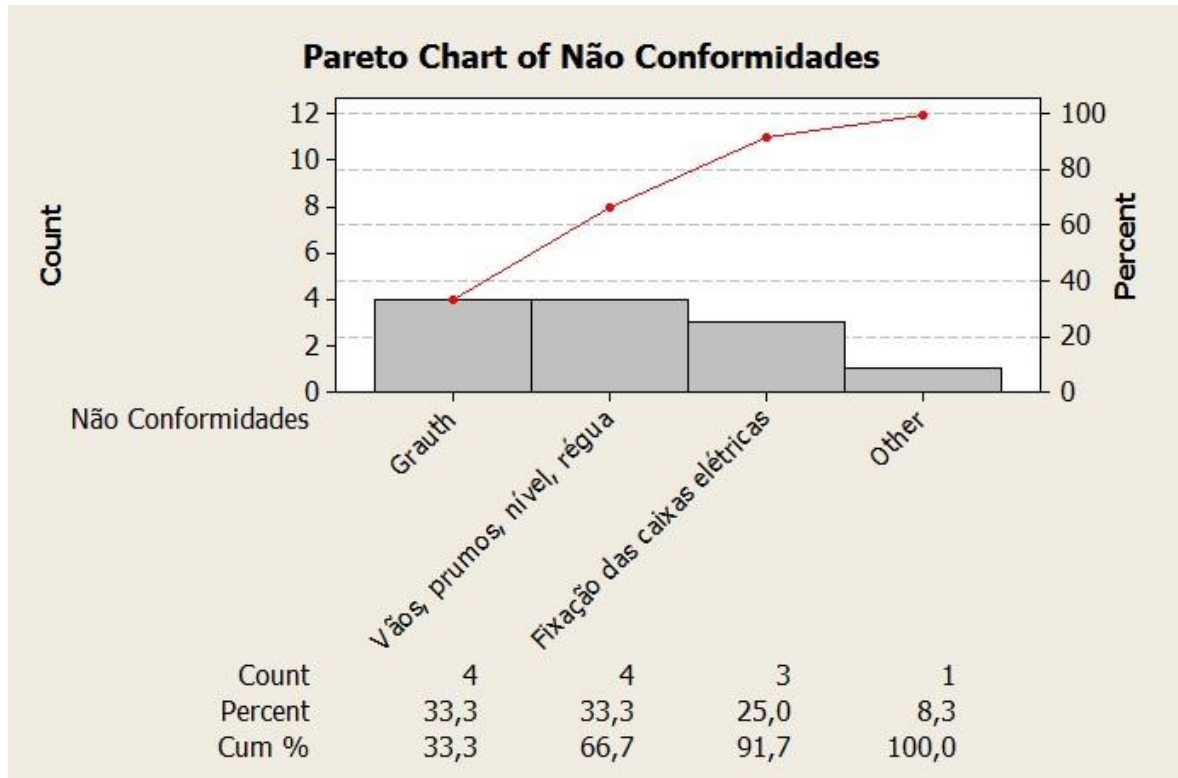
### **3.5.3 Etapa Checar (*Check*)**

Para verificar se o plano de ação colocado em prática foi realmente efetivo, realizou-se uma nova checagem dos serviços de execução de alvenaria, utilizando-se da mesma FVS anterior assim que os apartamentos foram terminados.

Nessa nova verificação somente foram considerados os apartamentos que tiveram início após a implementação do plano de ação, com o intuito de não quantificar irregularidades decorrentes da execução dos serviços iniciados antes deste ser colocado em prática.

Assim como foram verificados a mesma quantidade de apartamentos que anteriormente para verificar se o número total de erros diminuiu relativamente ao mesmo número de apartamentos e quais foram os efeitos que sofreram mais melhorias.

Assim a nova verificação dos serviços foi outra vez quantificada, através do gráfico de Pareto, com o auxílio do programa Minitab e foram quantificados em 12 defeitos, conforme a figura 22.



**Figura 22: Gráfico de Pareto de não conformidades pós plano de ação.**

**Fonte: Autor, (2014).**

Analisando o gráfico pode-se perceber uma redução de 50% do total de defeitos apresentados. As não conformidades com maior ocorrência continuam sendo os erros de execução de *grauth* e vãos, prumos, nível e régua, que juntos somam 66,7% das irregularidades apresentadas.

Porém os erros das execuções de vãos, prumos, nível e régua analisados separadamente, diminuíram em 66,6%. Dentre os itens dessa verificação o nivelamento e régua não tiveram ocorrência ajudando a diminuir a contagem dos erros.

O serviço de *grauth* também apresentou uma melhoria individual significativa de 50% de redução nas não conformidades. Enquanto a execução da fixação das caixas elétricas na alvenaria não teve uma redução muito expressiva, ficando abaixo da meta estabelecida, com uma redução de 20% nas inconformidades se comparado individualmente.

O melhor desempenho individual em porcentagem foi dos erros decorrentes do serviço de marcação da alvenaria, que reduziram 100%, não constando erros na nova verificação.

Então com os resultados satisfatórios obtidos se encerrou a etapa de verificação, comprovando a eficiência do ciclo sem a necessidade de recomeça-lo.

### 3.5.4 Etapa Ação (*Action*)

Na etapa final para concretizar as melhorias apresentadas e prevenir contra o reaparecimento dos problemas foram padronizadas as ações tomadas como a maneira correta de se executar o serviço de alvenaria.

Assim todo novo funcionário que chega na obra para iniciar algum tipo de serviço, não só de alvenaria, recebe um rápido treinamento sobre a existência da PES relacionada com seu serviço, e os principais itens contidos no mesmo.

Apesar da PES 07, conforme ANEXO A, explicar que o uso de escantilhões não é obrigatório e deixa a cargo do gestor optar por seu uso, na obra em questão agora o uso do escantilhão se faz necessário, conforme mostra a foto 23.



**Figura 23:** Foto da proposta de melhoria de utilização do escantilhão.

**Fonte:** Autor, (2014).

A conferência do nível para marcação e execução da alvenaria, como previsto na PES 07, passou a ser executada pelo mestre de obras, contramestre e estagiário. Enquanto a marcação dos cantos da alvenaria passou a ser realizadas por um pedreiro, sob a supervisão e medição dos mesmos envolvidos, conforme mostram as figuras 24 e 25, respectivamente. Somente depois de concluídas foram liberadas as ordens de serviço para execução da alvenaria, que devem ser assinadas por um dos envolvidos.



**Figura 24: Foto da proposta de melhoria de utilização de nível laser.**

**Fonte: Autor, (2014).**



**Figura 25: Foto da proposta de melhoria de marcação da alvenaria.**

**Fonte: Autor, (2014).**

O procedimento de verificação de *grauth* passou a ser seguido como proposto pela PES 07, e todo funcionário que estivesse executando o serviço quando chegava na hora de verificação parava o serviço e só retomava depois da conferência junto com o mestre ou estagiário.

Quanto a quantidade mínima de estoque necessária para execução da fixação das caixas elétricas na alvenaria foi encaminhada para os almoxarifes e assim que atingido comunicavam a engenharia para realização de novos pedidos.

E por último, todos os gráficos do monitoramento do processo antes da melhoria e das causas raízes, o plano de ação proposto e o gráfico de monitoramento atual, foram organizados na sequência em um arquivo Excel, com o título: Ciclo PDCA – Execução de alvenaria estrutural 1, e arquivado numa pasta, com o mesmo nome, junto com as fotos das melhorias e uma breve descrição de como foi realizado o ciclo em um arquivo Word, para futuro uso da empresa e envolvidos no processo, dando fim ao ciclo.

## 4 CONCLUSÃO

Foi caracterizado o processo de execução da alvenaria estrutural, como ela funciona e sua importância na edificação. As ferramentas da qualidade necessárias para execução do ciclo PDCA foram utilizadas em cada etapa e possibilitou a identificação das não conformidades ocorrentes no processo, assim realizou-se o plano de ação e colocou-o em prática para diminuir essas irregularidades. Após as melhorias foram tomados alguns cuidados para manter o funcionamento do ciclo, atendendo aos objetivos propostos inicialmente.

A utilização da normalização do PBQP-H, certificação em nível A, serve como diferencial para monitorar melhor seus processos e até como marketing da empresa. Porém ferramentas simples também se mostram eficazes na busca pela melhoria contínua.

O ciclo PDCA e as ferramentas da qualidade apresentados no estudo de caso, se mostraram como de fácil utilização para monitorar a execução do serviço de alvenaria controlado pelo PBQP-H, podendo também ser aplicado sobre os demais serviços controlados dentro da empresa.

O resultado encontrado se mostrou satisfatório, pois extrapolou as metas estipuladas anteriormente, trazendo ganhos com as diminuições de desperdícios de materiais e do tempo do serviço de execução através da redução de retrabalhos, aumento de produtividade e a qualidade final do produto oferecido pela empresa.

No ambiente organizacional da empresa, o nível tático e o operacional mudaram sua forma de pensar e passaram a adotar como válida qualquer tentativa de melhorar o processo produtivo da obra, pois o aumento de produtividade é vantajoso para ambos, especialmente para o operacional que recebe pela quantidade produzida.

Pode-se ressaltar que a utilização do ciclo PDCA precisa ser ininterrupta para que a melhoria seja sempre contínua e deve abranger os demais processos da empresa para que as melhorias sejam multiplicadas. Lembrando que o desuso do ciclo pode retroagir as melhorias que já foram implantadas.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e programa 6 sigma**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- AILDEFONSO, E. C. **Gestão da qualidade**. CEFETES, 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/CodigosLinguagens/EAildefonso/HIST%D3RIA%20DA%20QUALIDADE.pdf>>. Acessado em: 12. Maio. 2014.
- AMBROZEWICZ, P. H. L. **Qualidade na Prática: conceitos e ferramentas**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional do Paraná, 2003b.
- AMBROZEWICZ, P. H. L. **Sistema de Qualidade: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional do Paraná, 2003a.
- BARÇANTE, L. C. **Qualidade Total, uma visão brasileira: O impacto estratégico na Universidade e na empresa**, 1998. Disponível em <<http://professorbarcante.wordpress.com/gerencia-e-controle-da-qualidade/>>. Acessado em: 09. Mai. 2014.
- BSI BRASIL**. Líder em prestação de serviços de certificação. Disponível em: <[www.bsibrasil.com.br](http://www.bsibrasil.com.br)>. Acessado em: 20. Mar. 2014.
- CAMPOS, V.F. **Qualidade total/Padronização de Empresas**; Fundação Christiano Ottoni, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, 1992.
- CÉSAR, F. I. G. **Ferramentas Básicas da Qualidade: Instrumentos para gerenciamentos de processos e melhoria contínua**. São Paulo, 2011.
- DAYCHOUW, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- FARIAS, C. V. S. **Técnico em administração: Gestão e negócios**. Porto Alegre: Bookman, 2013.



GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade:** a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ISHIKAWA, K. **Controle da Qualidade Total:** à maneira japonesa. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto:** Os novos desafios para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

JURAN, J. M. **Planejando para a qualidade.** São Paulo: Pioneira. 1990.

LUCINDA, M. A. **Qualidade:** Fundamentos e práticas. Rio de Janeiro: Brasport. 2010.

MEIRELES, M. **Ferramentas Administrativas para Identificar, Observar e Analisar Problemas:** organizações com foco no cliente. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação Profissional:** Referenciais Curriculares Nacional da Educação Profissional de Nível Técnico, 2000. 36 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat.** Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php)>. Acessado em: 14. Abr. 2014.

PALADINI, P. E. **Gestão da Qualidade:** Teoria e prática. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2004. 339 p.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT – PBQP-H. Disponível em: <[www.pbqp-h.com.br](http://www.pbqp-h.com.br)>. Acessado em: 19. Mar. 2014.

SELEME, S.; STADLER, H. **Controle da Qualidade:** As ferramentas essenciais. Curitiba: Ibplex, 2008. 181 p.

SOUZA, R. **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras.** São Paulo: Pini, 1995. 247 p.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Pini, 2001.

VIANA, P. M. F. **Mestre de obras.** Uberaba: Universidade de Uberaba, 2004. 136 p.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte, MG: Werkema, 1995.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 2. Ed. São Paulo: Pini: SindusCon-SP, 1999.

## ANEXOS

## ANEXO A: Procedimento de execução de serviço de alvenaria estrutural

	PES - PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	PES - 07	1
<b>1- Documentos de referência</b>			
Projeto de arquitetura; Projeto estrutural; Projeto paginação (se houver); Projeto de instalações hidráulicas; Projeto de instalações elétricas; Projeto de instalações telefônicas; Projeto de fachada, folder de vendas com foto e planta humanizada; Reunião de planejamento; Detalhes Padronizados 09/06, 01/6A, 01/6B, 09/01A, 09/3A, 09/3B, 09/04, 14/01; Tabela de kit acabamento.			
<b>2 - Materiais, equipamentos e ferramentas</b>			
Blocos cerâmicos ou de concreto; Canaletas cerâmicas ou de concreto; Argamassa de assentamento; Vergas pré-moldadas ou gabarito metálico; Haste metálica de diâmetro entre 10 e 18 mm para o adensamento do graute, caso necessário; Barras de aço para os reforços, caso necessário; Prumo de face; Nível de bolha; Trena; Gabarito ou desempenadeira estreita (pazinha) para aplicação de argamassa; Régua de alumínio; Esquadro metálico; Cavaletes e plataformas; Mangueira de nível; Concreto/Graute para contravergas, cintas e reforços; Betoneira para preparação de argamassa; Caixote para o acondicionamento da argamassa; Linha de náilon; Carrinhos; Escantilhão graduado.			
<b>3 - Condições para início do serviço</b>			
Conferir o resultado de resistência dos blocos, argamassa, graute e prisma oco – Amostragem e Controle Tecnológico. Verificar no projeto arquitetônico, foto da obra, projeto de paginação e planta humanizada quanto aos vãos de janelas. Verificar se a posição das janelas do projeto arquitetônico de implantação coincide com a fotografia da fachada (folder de vendas). Preferencialmente, iniciar a rede de esgoto antes de iniciar a alvenaria. Limpar o piso, removendo a poeira, materiais soltos, pregos, pontas de aço sobressalentes e materiais estranhos depositados sobre a laje. Quando houver, levantar as alterações e os kits acabamento de quarto reversível, de pontos elétricos e telefônicos para não haver esquecimentos. Passar por escrito ao mestre e a instaladora da obra. Verificar as posições dos Shafts hidráulicos para as prumadas de esgoto e água fria, compatibilizando com projeto estrutural.			
<b>4 - Método executivo</b>			
<b>4.1 - Resistência à compressão e espessuras dos blocos estruturais:</b>			
Sempre consultar a resistência à compressão, o tipo (cerâmico ou concreto) e as dimensões dos blocos no projeto estrutural. Para prédios acima de cinco andares com utilização de bloco de concreto, a obra deverá seguir a resistência especificada em projeto estrutural, onde cada andar possuirá uma resistência diferente. Utilizar de preferência blocos de concreto com no mínimo 10 dias de fabricação. Para alvenaria em blocos cerâmicos, estes deverão ser molhados (encharcados) no recebimento e para o assentamento, deverão estar úmidos, para que não haja absorção da água da argamassa de assentamento, ocasionando a diminuição da resistência.			
<b>4.2 - Argamassas, traços e juntas:</b>			
A espessura ideal para a junta horizontal acabada deve ser aproximadamente 1 cm. Sempre verificar na paginação do projeto estrutural a espessura da argamassa e o pé direito da obra.			
<b>4.3 - Marcação (1ª fiada):</b>			
Consultar no projeto estrutural a marcação de primeira fiada antes de executar o serviço; Conferir o nível da laje por meio de uma mangueira de nível tomando como referência o ponto crítico (mais baixo ou mais alto); A alvenaria do pavimento térreo só poderá ser marcada após a execução do piso pobre ( caso necessário); A marcação da alvenaria deve ser iniciada pelos blocos dos cantos externos; É imprescindível conferir esquadro nos cantos dos cômodos; Para o caso da marcação nos próximos pavimentos, também deveram ser iniciadas pelos blocos dos cantos externos e a obra deverá conferir o prumo do bloco com o andar inferior; Executar toda a 1ª fiada da marcação antes de iniciar a elevação da alvenaria, conforme projeto estrutural; Caso não haja projeto específico, utilizar a 2ª fiada como fiada de embasamento. Executar a alvenaria interna conferindo esquadro dos cômodos, vãos das portas. O estagiário ou engenheiro deve conferir a marcação da 1ª fiada e registrar na Ficha de Verificação de Serviço (FVS).			
<b>4.4 Escantilhão</b>			
O escantilhão é um equipamento utilizado para nivelar e aprumar as fiadas de alvenaria. Colocar os escantilhões após o término da marcação da 1a fiada. O mestre ou encarregado deverá conferir o prumo e o nível dos escantilhões.			

	PES - PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	PES - 07 <span style="float: right;">2</span>
<p>Para a utilização correta dos escantilhões a obra deverá seguir a seguinte orientação:  o Asas com até 15 m usar no mínimo 8 escantilhões no andar.  o Asas com mais de 15 m usar no mínimo 9 escantilhões no andar.  Para as obras que não utilizam o escantilhão, além da conferência do prumo da alvenaria, deve-se utilizar uma linha na 0ª fiada das paredes interna e externas para conferir o nivelamento da alvenaria. Caso, seja necessário, efetuar as correções nas fiadas subseqüentes até a laje.</p>		
<p><b>4.5 Amarração</b>  Executar a amarração, conforme projeto de paginação e/ou estrutural.</p>		
<p><b>4.6 Vão e altura dos marcos (batentes) de porta</b></p>		
<p>Consultar projeto estrutural de 1ª e 2ª fiadas, nestes já tem a largura de todos os marcos. Fica a cargo do gestor da obra em conjunto com calculista a definição sobre o assentamento do marco se será assentado com argamassa ou espuma. Conferir a altura dos marcos na elevação da alvenaria, conforme previsto em projeto.</p>		
<p><b>4.7 Execução da elevação da alvenaria</b>  Esticar uma linha de nylon entre as galgas do vão, com o auxílio do escantilhão, quando aplicável. Limpar as rebarbas da massa de assentamento. As interrupções das elevações de alvenaria devem ser em forma de castelo. Deve ser verificada a planeza e o nível por meio de uma régua de alumínio. O prumo deve ser conferido através de um prumo de face. O desvio máximo aceitável é de <math>\pm 5</math> mm, evitando assim redução na resistência da alvenaria. Executar a tubulação elétrica embutida nos blocos, simultaneamente com a alvenaria, evitando-se ao máximo a execução de cortes horizontais na alvenaria estrutural. As "caixinhas" de elétrica devem ser chumbadas nos blocos sempre atentando-se para uma folga de cerca de 1,5 cm entre a "caixinha" e a face do bloco no caso de áreas revestidas com azulejo e 0,5 cm em áreas não revestidas com azulejo, o que evitará problemas quando da fixação dos espelhos. Em lajes desniveladas, a alvenaria deve ser iniciada pelo nível mais baixo. Atentar-se para corrigir o nível ao longo da execução da alvenaria.</p>		
<p><b>4.8 Vãos de janelas</b></p>		
<p>Verificar no projeto estrutural as dimensões dos vãos de janelas, pois todos os vãos deverão garantir as medidas conforme previsto em projeto. Os vãos de janela devem ser posicionados seguindo o alinhamento dos vãos dos pavimentos inferiores. Deve-se utilizar o prumo para obter o alinhamento correto com os vãos inferiores.</p>		
<p><b>4.9 Contravergas</b>  A contraverga deve ser executada por meio de canaletas cerâmicas ou de concreto. Para o detalhamento da posição, armação e tamanho, seguir o projeto de elevação estrutural. A resistência do concreto utilizado nas contravergas será a informada no projeto estrutural. Nunca utilizar argamassa para grautear as contravergas. Ao atingir a fiada da contraverga, a obra deverá obrigatoriamente conferir a concretagem da própria contraverga, dos reforços estruturais, o nível das paredes e as passagens da tubulação na alvenaria. Posteriormente as inspeções deverão ser registradas nas respectivas FVS.</p>		
<p><b>4.10 Vergas em portas e janelas</b></p>		
<p>A verga deve ser executada por meio de canaletas de concreto estrutural ou pré-moldadas. Para o detalhamento da posição, armação e tamanho, seguir o projeto de elevação estrutural. Deverá ter apoio mínimo de 10 cm de cada lado (consultar projeto estrutural), considerando-se sempre a largura do vão e não a medida nominal da porta. A resistência do concreto utilizado nas contravergas será a informada no projeto estrutural. Nunca utilizar argamassa para grautear as vergas. As vergas pré-moldadas de concreto armado normalmente usadas nas portas devem estar fabricadas antes do início da alvenaria (se for o caso, verificar projeto estrutural). Geralmente, as vergas de janela são também as próprias cintas de travamento, com exceção da janela do banheiro.</p>		
<p><b>4.11 Grauteamento dos reforços estruturais</b>  Reforços estruturais são blocos de concreto ou cerâmico preenchidos com concreto estrutural e na maioria das vezes com ferragem, definidos no projeto estrutural.</p>		

	PES - PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	PES - 07 <span style="float: right;">3</span>
<p>Nos blocos, deve-se adensar o graute à medida que ele vai sendo lançado, em camadas sucessivas de altura da ordem de 40 cm, fazendo com que uma haste metálica de diâmetro normalmente entre 10 e 16 mm penetre na camada de modo a atingir o topo da anterior. O tempo de adensamento / vibração deve ser o suficientemente grande para a eliminação de bolhas, e pequeno para evitar a segregação dos materiais. Deixar janela de inspeção na 1ª fiada para conferir limpeza e o correto grauteamento dos reforços na vertical, recomenda-se deixar uma vista na sétima fiada também. Verificar resistência do graute no projeto estrutural.</p>		
<p><b>4.12 Juntas de dilatação</b></p>		
<p>São definidas no projeto estrutural. Deverão ter 2 cm de espessura (no mínimo). Colocar isopor no alinhamento das paredes perpendiculares à junta, evitando que caia argamassa entre as duas alvenarias e que elas se unam.</p>		
<p><b>4.13 Abertura de vãos</b></p>		
<p>Deve-se evitar deixar passagens nas alvenarias para o transporte de materiais. Na região do guincho não se deve deixar de executar a alvenaria abaixo da janela com o intuito de facilitar descarga de material. Fazer uma passarela de madeira sobre a alvenaria acima do vão da janela. Porém, se for utilizar carrinho especial para transporte de blocos e argamassas, não deve ser executada a alvenaria sob o vão, bem como não deve ser executada a contraverga ou deixada ferragem de espera.</p>		
<p><b>Seqüência de execução:</b></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Antes de iniciar a alvenaria a obra deverá providenciar ensaios de resistência de blocos, argamassa, graute e prisma oco e os mesmos deverão apresentar resistência conforme solicitado em projeto;</li> <li>2) Iniciar a marcação com cotas acumuladas garantindo esquadro nos cantos dos cômodos. Na primeira fiada também poderá ser feita a marcação dos pontos de graute com a abertura das visitas;</li> <li>3) Logo no início da alvenaria a junta dilatação do bloco ou torre deverá ser respeitada;</li> <li>4) Caso a obra venha a utilizar o escantilhão, o mesmo deverá ser colocado e conferido;</li> <li>5) Iniciar o levante garantindo prumo, nível e régua. Garantir também a paginação de acordo com projeto e amarração. As juntas verticais das paredes externas devem ser preenchidas com massa. Garantir também a medida correta do pé direito conforme projeto;</li> <li>6) Executar as alvenarias externa e interna até a 8ª fiada, grautear todos os pontos previstos em projeto; · Continuar a elevação garantindo os vãos e execução correta das contravergas e vergas, se possível deixarem uma vista na sétima fiada também;</li> <li>7) Concluir o levante com a execução das cintas de travamento e conferência de armação e concretagem das mesmas;</li> <li>8) Atentar-se para a execução de laje solta;</li> <li>9) Concluir toda alvenaria com a execução da platibanda na cobertura conforme descrito na PES 8.</li> </ol>		
<p><b>O registro da inspeção do serviço deve ser realizado na respectiva FVS</b></p>		

## ANEXO B: Fluxograma da sequência de execução do serviço de alvenaria estrutural

