

## **Aplicação do método dmaic na construção civil : estudo de caso de obra habitacional**

**Eng Carlos Williams Carrion ,Ms , CDHU , [carloscarrion@uol.com.br](mailto:carloscarrion@uol.com.br)**

### **RESUMO**

*O presente trabalho visa avaliar a aplicabilidade da metodologia DMAIC e de outras ferramentas da qualidade na construção civil habitacional .Para isto foi necessário analisar a situação atual e avanços dos processos de controle de obras e das formas de tratamento das não conformidades ocorridas na construção de Conjunto Habitacional na Zona Sul de São Paulo com 900 Unidades Habitacionais, sendo 45 prédios de 04 andares. Nesta avaliação foram aplicadas diversas ferramentas de qualidade, tais como: diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, ciclo PDCA, 5W1H e fluxogramas, analisadas com base na experiência em gerenciamento de empreendimentos do autor. Como resultado, obteve-se maior eficiência na produção dos edifícios e a conseqüente redução dos custos da não qualidade. Desta maneira, através da retroalimentação do processo para outros empreendimentos pretende-se reduzir o índice de patologias construtivas com o intuito de incentivar a melhoria contínua da qualidade em empreendimentos habitacionais de Construção Civil .*

**Palavras chaves :** Construção, Qualidade , Gestão da Produção, Seis Sigma

**Área temática:** 1- Gerência da Produção

### **1 - Metodologia Dmaic**

Neste trabalho, apresenta-se o caso da construção de um empreendimento habitacional na Zona Sul de São Paulo, sob a coordenação da empresa estatal CDHU- Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo, que promove a Reurbanização de uma Favela visando propiciar maior qualidade de vida para a população de baixa renda.

As atribuições de controle de qualidade e implementação do DMAIC, uma das técnicas aplicadas no processo Seis Sigma ficaram a cargo de Gerenciadora, contratada pela CDHU com o intuito de supervisionar a construção da Obra. Os sistemas construtivos aplicados são de responsabilidade exclusiva da Construtora, que deverá atender os padrões de qualidade exigidos pela CDHU através da Gerenciadora, alicerçado nas Normas e especificações construtivas do Programa Qualihab e das Normas de Qualidade da ISO 9001: 2004 e 9004: 2000.

As mudanças no cenário da construção civil com a redução dos investimentos estatais, globalização da economia e a crescente competitividade no mercado, entre outros fatores, levaram as empresas construtoras a buscarem formas de aumentar a produtividade das Obras, sua eficiência competitiva e a qualidade de suas construções e processos de produção. DIAS (2003)

O setor produtivo da construção civil, torna-se cada vez mais competitivo e vem exigindo planos estratégicos com foco centralizado na satisfação do cliente e no processo de busca de oportunidades de melhoria contínua. É verdade que não existe uma fórmula, que determine com exatidão o momento certo de se aplicar o método Seis Sigma num processo construtivo, pois são muitas as variáveis envolvidas, tais como : perda de mercado, alto custo de construção, piora na qualidade dos serviços, entre outras tão importantes quanto estas. PANDE (1998)

Entre as principais razões para aplicar o método DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control ), em processos construtivos, destacam-se :

- Existe uma lacuna entre o desempenho atual e o desempenho desejado / necessário;
- A causa do problema não é claramente compreendida; HARRY (1998)
- A solução do problema, não é predeterminada, nem é a solução ótima aparente.

Em situações que não se enquadrem nestas premissas e que sejam de fácil resolução, deve-se utilizar ferramentas mais simples. A capacidade de criar processos novos ou renovados é uma competência essencial para as organizações que querem se manter no mercado nos dias de hoje. Conforme ROTONDARO (2002 ), os processos construtivos de obras de construção civil apresentam variabilidade média, resultando em serviços com razoável percentual de não conformidades e custos elevados, reduzindo o nível de satisfação dos usuários finais das unidades habitacionais, fato que justifica por si só a aplicação do método de melhoria de processos Seis Sigma , o qual utiliza diversas ferramentas clássicas da qualidade.

### 1.1 - Implantação do Método Dmaic

Entre os principais pré-requisitos para implantar o método DMAIC, destacam-se :

- A empresa tem que estar preocupada com os seus clientes e possuir uma estratégia para a mudança cultural na forma de trabalho e nas mudanças dos produtos e serviços.
- A empresa precisa estar preparada financeiramente para dispor dos recursos necessários à implantação do plano estratégico.
- A empresa e seus colaboradores precisam estar preparados para se desvincular das soluções antigas e constantemente se capacitando para concepções novas de produtos e tecnologias.

Foi assim que a CDHU incumbiu a Gerenciadora de implantar o Processo Seis Sigma nos empreendimentos , de tipologia mais freqüente e de maior porte, com o intuito de monitorar a variabilidade de seus processos construtivos e a controlá-los, como forma de reduzir não conformidades e custos, gerando ganhos financeiros significativos.

Assim, utilizou-se o DMAIC, técnica aplicada no Seis Sigma, baseada no ciclo PDCA e que apresenta as seguintes fases :

**D: Define** (Defina): Procura -se definir o problema a ser focado, a meta e quando esta deve ocorrer.

**M: Measure** (Meça): Procura-se levantar os dados necessários para o entendimento do problema e começar a detalhar seus desdobramentos.

**A: Analyse** (Análise): Procura-se encontrar as causas - raiz de onde tudo se origina, analisando o comportamento dos indicadores e suas influências.

**I: Improve** (Melhore): É determinado o plano de ação de melhorias, com responsáveis, prazos e perspectivas de gastos a serem realizados.

**C: Control** (Controle) : Consolida-se as ações, padronizando e perpetuando o resultado quando desejado e positivo e corrigindo problemas quando necessário.

## 2 - Características do Empreendimento

**Nome do projeto :** Construção de Conjunto Habitacional com 900 Unidades Habitacionais, sendo 45 prédios de 04 andares, cada prédio com 20 apartamentos.

**Objetivo :** Promover a Reurbanização de uma Favela da Zona Sul de São Paulo / SP no prazo de 14 meses para a Construção do Empreendimento

**Missão :** Propiciar maior Qualidade de vida para a população de baixa renda de São Paulo através da Implantação de Obras de Infraestrutura e de apartamentos econômicos de baixo custo funcionais gerando melhores condições de moradia.

## **2.1 - Premissas e Restrições**

### **Premissas Iniciais:**

- Terreno disponibilizado pela Prefeitura Municipal de São Paulo com local definido;
- Alvará de execução de Obra;
- Código de Obras da Prefeitura Municipal de São Paulo;
- Especificações técnicas Construtivas da CDHU;
- Propiciar maior Qualidade de vida para a população de baixa renda de São Paulo;
- Liberação das Verbas para o Empreendimento;
- Crédito pré-aprovado de verbas para concorrências da Construção.

### **Principais Restrições:**

- Recursos financeiros vinculados ao volume de arrecadação de ICMS;
- Falta de material para execução de Obra;
- Não cumprimento dos prazos contratuais;
- Área de zoneamento municipal;
- Localização do terreno em área de periferia torna elevado o custo das obras de infraestrutura.

## **3 - Estratégia de Implantação**

Basicamente as principais atividades que irão definir a perfeita construção do empreendimento habitacional, são a seguir enumeradas:

- Análise das especificações Construtivas;
- Estabelecimento dos eventos e metas a serem cumpridas;
- Determinação dos prazos e Planejamento dos Custos;
- Gerenciamento das Obras;
- Determinação dos controles e elaboração de planejamento de materiais/ logística;
- Organização da documentação e determinação dos recursos de pessoal
- Parceria com SABESP/ ELETROPAULO/ COMGÁS / PMSP;

## **4 - Fases do processo do Empreendimento Habitacional**

A construção deste Empreendimento englobou a Construção das Edificações ( em torno de 60 % do Orçamento total ) e a Construção das Obras de Infra-estrutura ( 40 % )

O processo do empreendimento subdividiu-se nas seguintes etapas:

- Planejamento e concepção do empreendimento
- Estudo preliminar e Anteprojeto
- Projeto legal de Arquitetura
- Projeto executivo
- Construção da Obra
- Assistência Pós-ocupação

## 5 - Aplicação das ferramentas da Qualidade no Empreendimento

Apresenta-se neste trabalho, a aplicação prática das principais ferramentas da qualidade, no processo de projeto e construção de um empreendimento habitacional, tais como:

- Diagrama Ishikawa ( diagrama de causa e efeito )
- Ciclo PDCA ,
- Diagrama de Pareto ,
- Análise 5W2H
- Processo DMAIC ( da metodologia Seis Sigma )

Convém ressaltar que a aplicação do Dmaic no empreendimento, envolve a aplicação das ferramentas acima indicadas conforme a seqüência descrita a seguir :

**5.1- D: Definição do Problema** - Procura -se definir o problema a ser focado, a meta e quando esta deve ocorrer.

**D:** Alto índice de Não Conformidades, no desenvolvimento da construção de conjuntos habitacionais, em geral prédios de 04 andares sob pilotis, sem elevador, cada prédio com 20 apartamentos.

- As não conformidades ocorrem rotineiramente em todos os prédios, sendo que o Engº Fiscal abre um relatório de não conformidade para cada ocorrência.
- Em geral o tipo de não conformidade, varia de um prédio para outro somente na quantidade, mas o tipo de falha detectada é crônica e periódica, independente da localização do prédio dentro do empreendimento habitacional.
- **Meta:** Reduzir as não conformidades em 25 % ( de 57 para 45 não conformidades), conseqüentemente reduzir o custo da não qualidade em no mínimo 20 %.
- **Prazo:** No período de Jan / 2003 a Out / 2003

**5.2 - M: Medição** - Procura-se levantar os dados necessários para o entendimento do problema e começar a detalhar seus desdobramentos.

**M :** Levantamento do total de não conformidades e do tipo de não conformidades em 03 dos 45 prédios do conjunto habitacional.

- No período de Jan/03 a Outubro/03 tivemos média de 57 não conformidades por prédio, o que representava um custo de não qualidade estimado de R\$ 1.800,00 / prédio.
- Apresenta-se no **item 5.1.2.1** uma descrição das não conformidades detectadas e as mais freqüentes no conjunto habitacional em estudo.
- Foram agrupados mês a mês, os tipos de não conformidades de cada um dos 03 prédios observando-se que:
  - No prédio 39 foram detectadas 52 não conformidades
  - No prédio 40 foram detectadas 62 não conformidades
  - No prédio 41 foram detectadas 60 não conformidades
  -

### 5.2.1 -Relação das principais não Conformidades do Empreendimento em estudo

#### ➤ Fundações

Descrição: Excentricidade acima da tolerância nas estacas

Causa provável : Equipamento de perfuração desnivelado

#### ➤ Estrutura de Concreto Armado

Descrição: Concretagem das vigas da laje executadas pela metade. As vigas não foram chanfradas à 45°, para engaste do concreto.

Causa provável : Erro na execução

#### ➤ Alvenaria Estrutural

Descrição: Graute utilizado na Alvenaria Estrutural não atingiu aos 28 dias a resistência mínima requerida pela Norma.

Causa provável: Resultado insatisfatório do graute.

#### ➤ Controle Tecnológico

Descrição: Resultado do ensaio de prisma oco (aos 28 dias) da Alvenaria Estrutural não atingiu a resistência mínima prevista na Norma.

Causa provável : O fabricante dos blocos estruturais não atendeu o estabelecido no projeto

#### ➤ Esquadrias

Descrição: Frisos Desnivelados na Fachada.

Causa provável : Levantamento Topográfico incorreto.

#### ➤ Acabamento

Descrição: Pingadeiras danificadas nas janelas.

Causa provável: Desformatar pingadeiras sem esperar a cura.

#### ➤ Rede Telefônica

Descrição: Erro nas instalações da rede telefônica.

Causa provável : Construtora não atendeu o projeto

#### ➤ Pintura Externa

Descrição: Pintura externa com manchas e desuniforme.

Causa provável : A pintura não apresentou cor nem uniformidade após sua aplicação.

### Quadro Resumo das Não Conformidades dos Prédios do Empreendimento

Orde m	Mês	Quant	NÃO CONFORMIDADES
1	Jan	6	Estacas hélice contínua executadas com excentricidade acima da tolerância - FUNDAÇÕES
2	Fev	2	Erro na execução da concretagem das vigas das lajes nervuradas – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
3	Mar	2	Concreto graute utilizado na Alvenaria estrutural não atingiu aos 28 dias a resistência especializada no projeto

			ALVENARIA ESTRUTURAL
4	Abr	2	Resistência a compressão dos blocos estruturais não atendem a especificação de Projeto (2º Pavimento) – Ensaio de Prisma/CONTROLE TECNOLÓGICO
5	Abr	3	Erro no assentamento das janelas ESQUADRIAS
6	Mai	1	Erro na execução de Revestimento externo da Fachada principal REVESTIMENTO EXTERNO
7	Mai	8	Erro no assentamento de pingadeiras das janelas – ACABAMENTOS
8	Jun	11	Erro no assentamento dos pisos (Pisos Soltos) - PISOS
9	Jul	1	Erro no acabamento das juntas do teto – LAJES
10	Ago	1	Erro nas instalações da rede Telefônica (tubulação de entrada e fio terra) – REDE TELEFONICA
11	Set	3	Erro na pintura externa do prédio (presença de manchas) – PINTURA EXTERNA
12	Out	12	Erro na limpeza geral – LIMPEZA DA OBRA

### Quadro 01 - Não Conformidades do Prédio 39

Orde m	Mês	Quant	NÃO CONFORMIDADES
1	Jan	4	Estacas hélice contínua executadas com excentricidade acima da tolerância - FUNDAÇÕES
2	Fev	3	Erro na execução da concretagem das vigas das lajes nervuradas – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
3	Mar	2	Concreto graute utilizado na Alvenaria estrutural não atingiu aos 28 dias a resistência especializada no projeto ALVENARIA ESTRUTURAL
4	Abr	3	Resistência a compressão dos blocos estruturais não atendem a especificação de Projeto (2º Pavimento) – Ensaio de Prisma/CONTROLE TECNOLÓGICO
5	Abr	4	Erro no assentamento das janelas ESQUADRIAS
6	Mai	3	Erro na execução de Revestimento externo da Fachada principal REVESTIMENTO EXTERNO
7	Mai	8	Erro no assentamento de pingadeiras das janelas – ACABAMENTOS
8	Jun	13	Erro no assentamento dos pisos (Pisos Soltos) - PISOS
9	Jul	3	Erro no acabamento das juntas do teto – LAJES
10	Ago	4	Erro nas instalações da rede Telefônica (tubulação de entrada e fio terra) – REDE TELEFONICA
11	Set	5	Erro na pintura externa do prédio (presença de manchas) – PINTURA EXTERNA
12	Out	10	Erro na limpeza geral – LIMPEZA DA OBRA

### Quadro 02 - Não Conformidades do Prédio 40

Orde m	Mês	Quant	NÃO CONFORMIDADES
1	Jan	4	Estacas hélice contínua executadas com excentricidade acima da tolerância - FUNDAÇÕES
2	Fev	3	Erro na execução da concretagem das vigas baldrame – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
3	Mar	3	Concreto graute utilizado na Alvenaria estrutural não atingiu aos 28 dias a resistência especificada no projeto ALVENARIA ESTRUTURAL

4	Abr	2	Resistência a compressão dos blocos estruturais não atendem a especificação de Projeto (2º Pavimento) – Ensaio de Prisma/ CONTROLE TECNOLÓGICO
5	Abr	4	Erro no assentamento das janelas -ESQUADRIAS
6	Mai	2	Erro na execução de Revestimento externo da Fachada principal REVESTIMENTO EXTERNO
7	Mai	9	Erro no assentamento de pingadeiras das janelas -ACABAMENTOS
8	Jun	13	Erro no assentamento dos pisos (Pisos Soltos) - PISOS
9	Jul	3	Erro no acabamento das juntas do teto – LAJES
10	Ago	3	Erro nas instalações da rede Telefônica (tubulação de entrada e fio terra) – REDE TELEFONICA
11	Set	4	Erro na pintura externa do prédio (presença de manchas) – PINTURA EXTERNA
12	Out	10	Erro na limpeza geral – LIMPEZA DA OBRA

### Quadro 03 - Não Conformidades do Prédio 41

**5.3 - A : Análise das Informações / Dados** - Procura-se encontrar as causas - raiz de onde tudo se origina, analisando o comportamento dos indicadores e suas influências.

**A :** A partir do Quadro - Resumo das não conformidades de cada prédio analisado, foram elaborados Diagrama de Pareto para cada prédio, considerando-se em primeira análise:

- Quantidade de não conformidades x categoria (tipo de falha detectada)
- Freqüência relativa (%) x Categoria
- Curva de freqüência acumulada (%) x Categoria

Numa segunda análise, levando em consideração o custo da correção de cada tipo de não conformidade procedeu-se a execução de Diagrama de Pareto - 2º nível detectando-se que os problemas prioritários a serem solucionados eram:

#### Prédio 39

**Categoria 1** - *Estacas Hélice contínua executadas com excentricidade.*

#### Prédio 40 / 41

**Categoria 2** - *Erro na execução da concretagem das vigas das lajes nervuradas de concreto.*

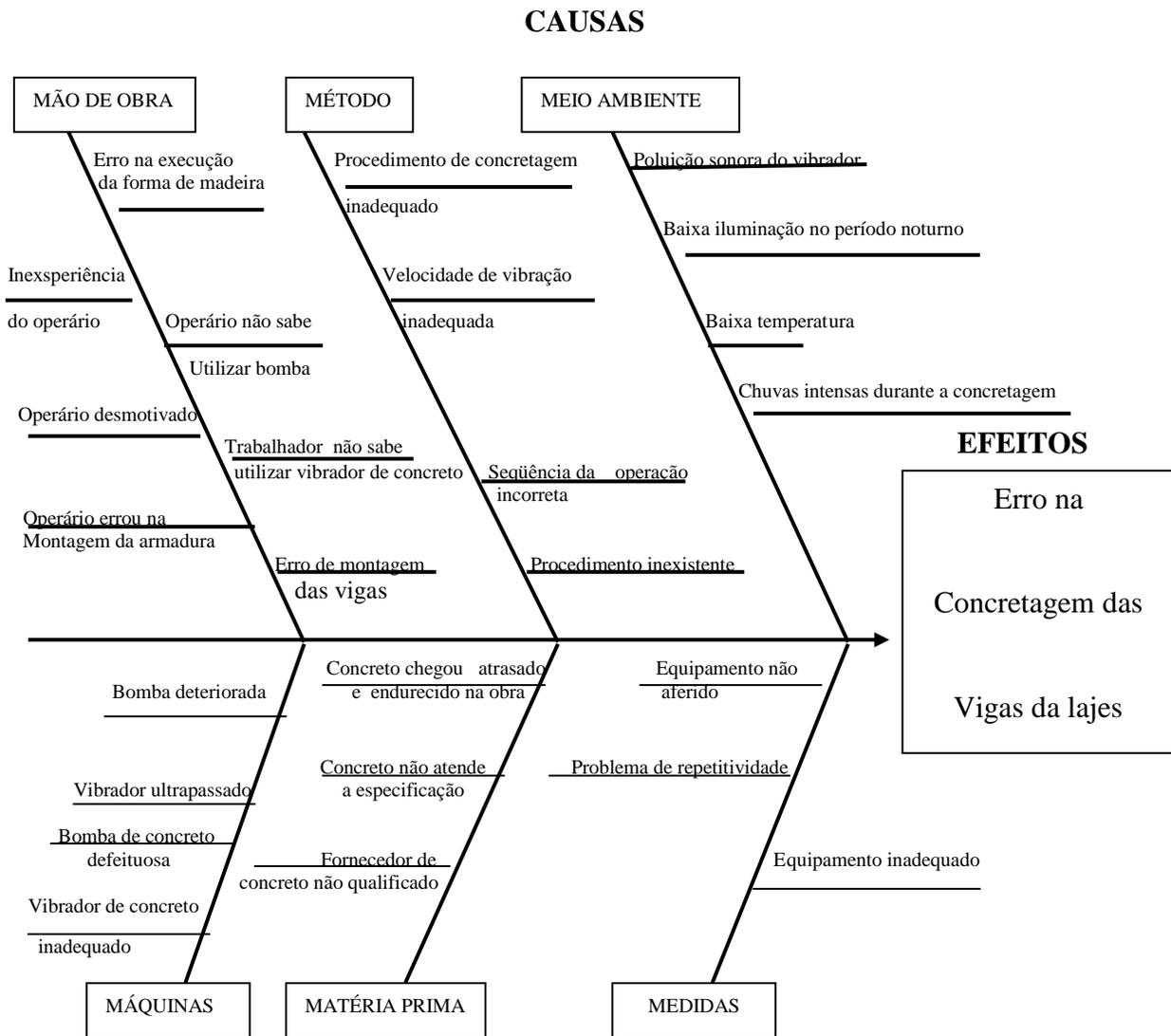
De onde, conclui-se preliminarmente que o **problema principal em foco é o da Categoria 02.**

Fazendo uma análise comparativa entre os ( 03 ) três prédios analisados verificou-se que o número total de não conformidades variou entre o mínimo de 52 não conformidades no prédio 39 e o máximo de 62 não conformidades no prédio 40.

▪ A partir da estratificação realizada, e face a ter sido determinado em diagrama de Pareto , 02 problemas prioritários procedeu-se a determinação mais detalhada da causa- raiz dos problemas detectados mediante o uso do Diagrama de Ishikawa .

- A seguir , procedeu-se a montagem do diagrama de Ishikawa para o problema da Categoria 02, conforme **Figuras 01** , determinando-se que a Causa Raiz do problema da **Categoria 02** - Erro na execução da concretagem da viga das lajes nervuradas era:

**CAUSA RAÍZ : Mão de obra inexperiente e desmotivada que errou na utilização do vibrador de concreto**



**Figura 01 – Diagrama de Ishikawa da Categoria 2 / Erro na execução de concretagem**

**5.4 - I : Plano de Ação e Implementação das idéias** – É determinado o plano de ação de melhorias , com responsáveis , prazos, e perspectivas de gastos a serem realizados.

**I :** Idealizou-se um **Plano de Ação** visando combater o problema de erro na concretagem das vigas das lajes , não conformidade de maior frequência (ocorreu em 02 dos 03 prédios analisados) e que ao mesmo tempo representava o maior custo da não qualidade.

Apresenta-se a seguir, no Quadro 04 , o **plano de ação 01** a ser implementado:

O QUE	QUEM	QUANDO	ONDE	PORQUE	COMO
Procedimento de concretagem	Coordenadores de produção	Fev/03	Dpto de Obras	Para padronizar os serviços de concretagem	Identificando as tarefas críticas das concretagem das vigas
Treinamento	Engenheiros de produção/ Mestres de Obras/ Encarregados	Fev/03	Escritório da Obra	Treinar no procedimento	Formando equipe de concretagem
Sistema de feed back	Encarregado de concretagem/ operários	A partir de Jan /03	Nas Obras de construção	Mostrar como os erros ocorrem sem que sejam corrigidos	O encarregado de obra aponta o erro acontecido e comunica aos operários
Ambiente Operacional	Administrador de RH	A partir de Jan/03	Obra	Melhorar qualidade de vida do operário	Identificar os fatores causais externos e agir para eliminá-los
Controle do Processo	Engº. de Qualidade	Março/03	Obra	Para garantir que o procedimento seja realizado dentro da tolerância planejada	Estabelecimentos de tolerâncias limites para monitoramento da atividade
Qualificação de fornecer de concreto usinado	Engº de Produção civil/ Engº Qualidade	Março/03	Depto de Obras	Para estabelecer os critérios e características técnicas do concreto a ser fornecido	-Divulgação das regras do fornecimento de concreto Monitoramento e avaliação da qualidade

**Quadro 04 - Plano de Ação 01 e implementação das idéias / 5W1H**  
**Categoria 2 – Erro na concretagem das Vigas das Lajes**

**5.5 - C : Controle de Resultados** – Consolida-se as ações , padronizando e perpetuando o resultado quando desejado e positivo e corrigindo problemas quando necessário.

**C :** De imediato os resultados melhoraram, e após monitorar o Plano de Ação 01, verificou-se que em outros prédios de mesmo empreendimento, ocorreu redução do número total de não conformidades .

- Ocorreu redução de 26% na quantidade total de não conformidades do prédio 42, conforme observa-se no **Quadro 05**, que esta acima da meta proposta, cujo percentual era de 25%.
- Observe-se que o **Plano de Ação 01**, visou evitar detectar e corrigir, no maior percentual possível, as eventuais não conformidades internas , nos prédios. Assim, com este intuito,

selecionou-se o prédio nº 42 , como **Teste Piloto** onde encontrou-se um total de 46 não conformidades, conforme **Quadro 05** , a seguir :

<b>Orde m</b>	<b>Mês</b>	<b>Quant</b>	<b>NÃO CONFORMIDADE</b>
1	Jan	4	Estacas pré-moldadas de concreto cravadas com excentricidade acima da tolerância - FUNDAÇÕES
2	Fev	2	Erro na execução da concretagem das vigas das lajes nervuradas – ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
3	Mar	2	Concreto graute utilizado na alvenaria estrutural não atingiu aos 28 dias a resistência especializada no projeto (2º Pavimento) – Alvenaria Estrutural concreto graute utilizado na alvenaria estrutural não atingiu a resistência especificada no Projeto (Pavimento Térreo) – ALVENARIA ESTRUTURAL
4	Abr	2	Resistência a compressão dos blocos estruturais não atendem a especificação de Projeto (2º Pavimento) – Ensaio de Prisma/CONTROLE TECNOLÓGICO
5	Abr	4	Erro no assentamento das janelas ESQUADRIAS
6	Mai	2	Erro na execução de Revestimento externo da Fachada principal REVESTIMENTO EXTERNO
7	Mai	8	Erro no assentamento de pingadeiras das janelas – Acabamentos
8	Jun	9	Erro no assentamento dos pisos (Pisos Soltos) - PISOS
9	Jul	1	Erro no acabamento das juntas do teto – LAJES
10	Ago	1	Erro nas instalações da rede Telefônica (tubulação de entrada e fio terra) – REDE TELEFONICA
11	Set	2	Erro na pintura externa do prédio (presença de manchas) – PINTURA EXTERNA
12	Out	9	Erro na limpeza geral – LIMPEZA DA OBRA

#### **Quadro 05 - Não Conformidades do Prédio 42 / Teste Piloto**

**Total : 46 não conformidades**

#### **6. – Nova aplicação da Metodologia DMAIC**

Recomendou-se aplicar novamente a Metodologia DMAIC , tendo em vista que mesmo ocorrendo redução substancial do número de não conformidades , no **Teste Piloto** realizado no prédio 42 , detectou-se a existência do problema / **Categoria 01- Erro na execução das fundações**, com a mesma magnitude de importância do problema principal / Categoria 2.

Nesta fase, concomitantemente com a nova aplicação do **DMAIC** aplicou-se também o **Ciclo PDCA** , ferramenta de muita utilidade para verificar os resultados.

A proposta de estudo da Metodologia Seis SIGMA nesta nova etapa de análise foi a seguinte:

#### **6.1 - D: Definição do Problema**

**D:** Elevado índice de não conformidades na execução das fundações dos prédios

➤ **Meta:** Reduzir as não conformidades em **20%** (de 46 para 37 não conformidades), consequentemente reduzir o custo da não qualidade em no mínimo **25 %**.

➤ **Prazo:** No período de Out/2003 a Julho /2004

#### **6.2 – M : Medição**

**M:** Levantamento direcionado dos tipos de não conformidades / falhas ocorridas durante a execução das fundações .

➤ Com este fim elaborou-se novo Diagrama de Ishikawa determinando-se a causa- raiz do problema em estudo / Categoria 01 , conforme observa-se na **Figura 04**, em anexo.

### 6.3 - A: Análise detalhado das Causas

**A** : Elaboração de um Teste piloto em prédio de outro empreendimento habitacional similar, em termos de tipologia, projeto arquitetônico e quantidades de apartamentos por prédio.

➤ Trata-se de teste de vital importância, pois as falhas / erros de Fundações podem repercutir na qualidade de outras atividades subseqüentes.

#### CAUSAS

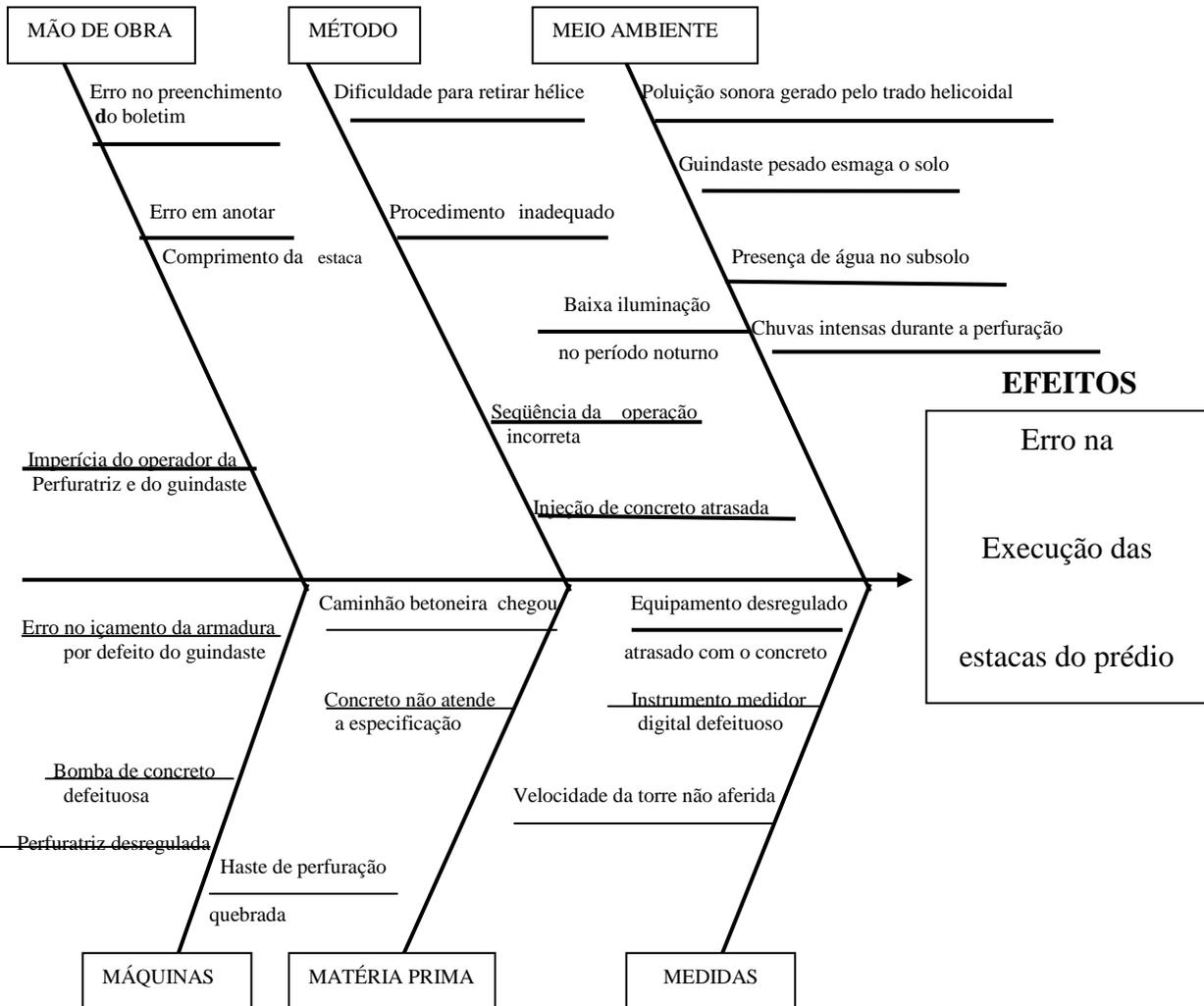


Figura 03 – Diagrama de Ishikawa da Categoria 1 / Erro na execução das Estacas

**CAUSA RAIZ :** Erro no içamento da armadura devido a defeito do guindaste e da máquina perfuratriz hidráulica , não tendo sido monitorada a verticalidade da torre e da estaca.

### 6.4 - I: Implementação das Ações

**I** : Pretende-se monitorar a implantação do **Plano de Ação 02** similar ao plano implementado na face anterior desta vez tendo como foco o problema / **Categoria 01 - Erro na execução das fundações.**

## **6.5 - C: Resultados pretendidos**

**C:** Redução dos custos das não conformidades dos prédios

- Pretendeu-se otimizar os resultados , através da monitoração de um segundo Plano de Ação , no intuito de reduzir os custos das não conformidades dos prédios , na busca do aperfeiçoamento contínuo do empreendimento habitacional .
- Com o segundo Plano de Ação pretendeu-se atingir a meta pré- estabelecida no item 6.1 , tanto na redução de não conformidades, no percentual estimado de 20 % , como na redução de custos de não qualidade em 25 %.

## **7 - Considerações finais**

- A busca das empresas construtoras em gerar a redução de desperdícios de materiais e de mão de obra contribuiu para a necessidade de implementar o SEIS SIGMA no processo produtivo da Construção Civil e na padronização dos materiais de construção, como forma de aprimoramento dos Projetos e Gerenciamento das construções habitacionais gerando um melhor relacionamento com clientes e fornecedores, e a conseqüente redução de custos e ganhos financeiros. Assim, direciona-se os esforços de melhoria de qualidade e produtividade nas futuras Obras, com base em banco de dados , visando a retro alimentação do processo.
- Na fase de redução de Custos está concentrado o maior esforço motivacional do programa de otimização do processo, por gerar resultados rápidos e de forte impacto. Reduzir os Custos da Qualidade pode requerer gastos adicionais em treinamento SEIS SIGMA , em equipamentos e outros métodos preventivos .
- A Construtora precisa conhecer o seu desempenho atual, verificar se existe espaço para melhorias que poderiam ser implementados com o Seis Sigma, qual o nível de conhecimento que a empresa tem de seus clientes e se a mudança é crítica para o negócio da empresa.
- Desta maneira, através da retro alimentação do processo para outros conjuntos habitacionais estaremos reduzindo o índice de patologias construtivas com o intuito de incentivar a melhoria continua da qualidade em empreendimentos de Construção Civil .

## **8 -Referencias Bibliográficas**

- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .NBR ISO 9004 : 2000  
Sistemas de gestão da qualidade - Diretrizes para melhoria do desempenho . Rio de Janeiro ,  
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas,2000.24p.
- DIAS, LUIS A. Systems Integrated Management in Construction , Seminário Internacional – O Setor da Construção e os Sistemas Integrados de Gestão: Qualidade, segurança e ambiental. 14p. São Paulo, março 2003.
- HARRY, M. J. Six Sigma : a breakthrough strategy for profitability. Quality Progress, May 1998
- PANDE, S; NEUAN. Estratégia Seis Sigma. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1998
- ROTONDARO, ROBERTO. Seis Sigma- Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos ou serviços , São Paulo, Editora Atlas, 2002.375p