



## **NÃO CONFORMIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NO PROGRAMA “MINHA CASA, MINHA VIDA”**

**Alderglan Teles da Silva**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Kleber Bittencourt Oliveira

Belém

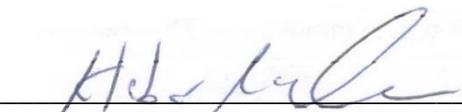
Julho de 2021

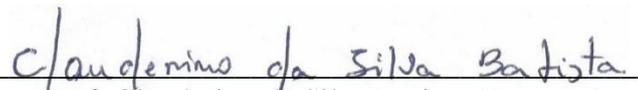
**NÃO CONFORMIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UM  
ESTUDO DE CASO NO PROGRAMA “MINHA CASA, MINHA VIDA”**

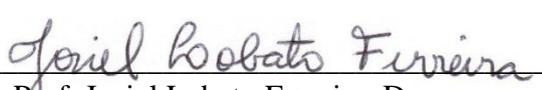
**Alderglan Teles da Silva**

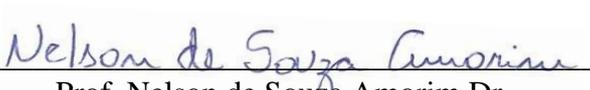
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Kleber Bittencourt Oliveira, Eng.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Clauderino da Silva Batista, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Josiel Lobato Ferreira, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Nelson de Souza Amorim Dr.  
(UFOPA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

JULHO DE 2021

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

---

Silva, Alderglan Teles, 1967-

Não conformidades em projetos de construção civil: Um estudo de caso no programa "Minha casa, minha vida" / Alderglan Teles Silva - 2021.

Orientador: Kleber Bittencourt Oliveira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Belém, 2021.

1. DMAIC 2. Construção civil 3. Estudo de caso 4. Amazonas  
5. Minha casa, minha vida I. Título

CDD 670.42

---

*Dedico este trabalho a todos aqueles que  
contribuíram para sua realização em  
especial aos meus pais, fonte de  
sabedoria e inspiração para minhas lutas  
e conquistas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, por seu empenho e dedicação docente, cuja contribuição foi fundamental para que este trabalho chegasse a bom termo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, pelos conhecimentos transmitidos e o incentivo propiciado na busca de saberes essenciais ao meu crescimento profissional e pessoal.

*“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”*

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

## **NÃO CONFORMIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NO PROGRAMA “MINHA CASA, MINHA VIDA”**

**Alderglan Teles da Silva**

Julho/2021

Orientador: Kleber Bittencourt Oliveira

Área de Concentração: Engenharia de Processos

O objetivo da pesquisa foi avaliar a aplicabilidade da metodologia DMAIC e de outras ferramentas da qualidade na correção de problemas de não conformidade relacionados à execução de projetos na construção civil habitacional do Programa Minha Casa, Minha vida. Analisou-se a situação atual, os parâmetros e critérios do controle nas obras e as formas de tratamento das não conformidades ocorridas na construção dos Conjuntos Habitacionais Minha Casa Minha Vida das cidades de Itacoatiara e Manacapuru no Estado do Amazonas. Quanto aos resultados, a pesquisa demonstra que o emprego do método DMAIC permite aprimorar procedimentos e técnicas em um projeto, resultando em um aprendizado contínuo, que é uma das bases da melhoria da qualidade nos processos e requisito para a sua reprodutibilidade. A utilização do método permite alcançar tanto a melhoria do desempenho dos processos, na fase de execução da obra, como na fase subsequente, como pressupõe o conceito de correção de não conformidades enquanto processo contínuo, de base analítica e de caráter subsidiário às medidas corretivas adotadas. O controle permanente permite não somente evitar novas situações não conformes, como desenvolver uma base de dados que viabiliza o aprimoramento constante dos processos e métodos de monitoramento do desempenho. 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.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**NON-COMPLIANCE IN CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS: A CASE  
STUDY IN THE “MINHA CASA, MINHA VIDA” PROGRAM**

**Alderglan Teles da Silva**

Julho/2021

Advisor: Kleber Bittencourt Oliveira

Research Area: Process Engineering

The objective of the research is to evaluate the applicability of the DMAIC methodology - Define, Measure, Analyze, Improve and Control, or: Define, Measure, Analyze, Improve and Control and other quality tools in the correction of non-compliance problems related to the execution of projects in the housing construction of the My Home, My Life Program. To analyze the current situation, the parameters and criteria of control in the works and the forms of treatment of non-conformities that occurred in the construction of the My Home, My Life housing complex in the cities of Itacoatiara and Manacapuru in the State of Amazonas. As for the results, the research demonstrates that the use of the DMAIC method allows to improve procedures and techniques in a project, resulting in continuous learning, which is one of the bases for improving the quality of processes and a requirement for its reproducibility. The use of the method allows achieving both the improvement of the performance of the processes, in the execution phase of the work, as in the subsequent phase, as it presupposes the concept of correction of non-conformities as a continuous process, analytically based and subsidiary to the corrective measures adopted. Permanent control allows not only to avoid new non-compliant situations, but also to develop a database that enables the constant improvement of performance monitoring processes and methods. In this way, through the feedback of the process to other projects, it is intended to reduce the rate of construction pathologies in order to encourage continuous quality improvement in Civil Construction housing projects.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVO.....	2
<b>1.2.1 - Objetivo geral.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2 - Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 - QUALIDADE EM SUAS VÁRIAS DIMENSÕES.....	4
<b>2.1.1 - Garantia da qualidade a partir do monitoramento dos processos.....</b>	<b>5</b>
2.2 - QUALIDADE EM SERVIÇOS.....	7
2.3 - A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	8
2.4 - SIPOC.....	9
2.5 - MATRIZ GUT.....	10
2.6 - SEIS SIGMA ( $6\sigma$ ).....	10
2.7 - A TÉCNICA DMAIC COMO FERRAMENTA DA METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	14
<b>2.7.1 - Fase definir (<i>Define</i>).....</b>	<b>16</b>
<b>2.7.2 - Fase medir (<i>Measure</i>).....</b>	<b>17</b>
<b>2.7.3 - Fase analisar (<i>Analyze</i>).....</b>	<b>18</b>
<b>2.7.4 - Fase melhorar (<i>Improve</i>).....</b>	<b>19</b>
<b>2.7.5 - Fase controlar (<i>Control</i>).....</b>	<b>20</b>
2.8 - EMPREGO DO DMAIC NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.2 - METODOLOGIA.....	26
<b>3.2.1 - Definição do problema (<i>Define</i>).....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 - Medir (<i>Measure</i>).....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3 - Análise (<i>Analyze</i>).....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.4 - Implementação das melhorias (<i>Improve</i>).....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.5 - Controle.....</b>	<b>30</b>

<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1 - ESTUDO DE CASO: RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU.....	32
<b>4.1.1 - Fase definir (<i>Define</i>).....</b>	<b>32</b>
4.1.1.1 - Mapeamento SIPOC.....	32
4.1.1.2 - Voice of Customer – Árvore CTC.....	33
4.2 - ESTUDO DE CASO 1 - RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II.....	34
<b>4.2.1 - Fase medir (<i>Measure</i>).....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 - Fase analisar (<i>Analyze</i>).....</b>	<b>35</b>
4.3 - ESTUDO DE CASO 2 - RESIDENCIAL MANACAPU.....	39
<b>4.3.1 - Fase medir (<i>Measure</i>).....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.2 - Fase analisar (<i>Analyze</i>).....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.3 - Implementação das melhorias (Ações corretivas).....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.4 - Fase melhorar (<i>Improve</i>).....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.5 - Plano de ação – Treinamento (5W2H).....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.6 - Fase controlar (<i>Control</i>).....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>59</b>
5.1 - CONCLUSÕES.....	59
5.2 - SUGESTÕES.....	60
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE ABERTURA DE PROJETO E INICIATIVA DE MELHORIA DOS RESIDENCIAIS PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE B - MAPEAMENTO INICIAL DOS PROCESSOS - SIPOC.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE C - PLANO DE AÇÃO PARA AS NÃO CONFORMIDADES MAIS FREQUENTES REGISTRADAS NA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE D - REGISTRO DE CONTROLE DE DOCUMENTAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO TREINAMENTO REALIZADO.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE E - REGISTRO OJT.....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Etapas, objetivos e ferramentas da abordagem DMAIC.....	16
Figura 2.2	Fase definir da abordagem DMAIC.....	17
Figura 2.3	Fase medir da abordagem DMAIC.....	18
Figura 2.4	Fase análise da abordagem DMAIC.....	19
Figura 2.5	Fase melhorar da abordagem DMAIC.....	20
Figura 2.6	Fase controlar da abordagem DMAIC.....	21
Figura 3.1	Vista aérea do Residencial Manacapuru (a) Vista aérea do Residencial Parque Poranga II (b).....	24
Figura 3.2	Terraplanagem e meio fio das ruas do Conjunto Residencial Manacapuru (a) Terraplanagem e meio fio das ruas do Conjunto Residencial Parque Poranga II (b).....	25
Figura 3.3	Edificações prontas do Conjunto Residencial Manacapuru (a) Edificações prontas do Conjunto Residencial Parque Poranga II (b).....	25
Figura 3.4	Instrumento de coleta de dados sobre não conformidades.....	31
Figura 4.1	Árvore CTC. Apresentando os indicadores para avaliar os direcionadores das necessidades dos clientes.....	33
Figura 4.2	Gráfico de Pareto – Não conformidades mais frequentes registradas na execução das obras do Residencial Parque Poranga II.....	35
Figura 4.3	Carta NP de ocorrências das não conformidades registradas na execução das obras do residencial Parque Poranga II.....	35
Figura 4.4	Ishikawa para telhas soltas ou fissuradas.....	37
Figura 4.5	Ishikawa para deslocamento da cerâmica.....	38
Figura 4.6	Ishikawa para infiltrações.....	38
Figura 4.7	Gráfico de Pareto – Não conformidades mais frequentes registradas na execução das obras do Residencial Manacapuru....	41
Figura 4.8	Carta NP de ocorrências das não conformidades registradas na execução das obras do Residencial Manacapuru.....	42
Figura 4.9	Ishikawa para telhas soltas ou fissuradas do Residencial Manacapuru.....	43

Figura 4.10	Ishikawa para portas, aduelas e fechaduras do Residencial Manacapuru.....	43
Figura 4.11	Ishikawa para Infiltrações do Residencial Manacapuru.....	44
Figura 4.12	Árvore lógica definindo os problemas críticos a serem corrigidos na execução do Projeto – Residencial Parque Poranga II.....	45
Figura 4.13	Atestado de qualificação profissional.....	53
Figura 4.14	Cartão de qualificação profissional.....	54
Figura 4.15	Matriz de versatilidades.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Não conformidades registradas na fase de execução do projeto do Residencial Parque Poranga II.....	34
Tabela 4.2	Não conformidades registradas na fase de execução do projeto do Residencial Manacapuru.....	40
Tabela 4.3	Matriz GUT de prioridades.....	46
Tabela 4.4	Registro de funcionários treinados.....	47
Tabela 4.5	Plano de ação.....	48
Tabela 4.6	Procedimento operacional padrão.....	49

## NOMENCLATURA

CEF	CAIXA ECONÔMICA FEDERAL
GUT	GRAVIDADE, URGÊNCIA, TENDÊNCIA
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IDH	INDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PMCMV	PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA
RMM	REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS
SiQ	SISTEMA DE QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
SIAC	SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE EMPRESAS DE SERVIÇOS E OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
SIPOC	SUPPLIERS, INPUTS, PROCESS, OUTPUTS E CUSTOMERS,

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - MOTIVAÇÃO

Com a competitividade de mercado advinda da globalização, as organizações para manterem-se sustentáveis economicamente, faz-se necessário que utilizem ferramentas da qualidade para atendimento aos requisitos dos clientes internos e externos, e a produtos e serviços prestados.

As empresas que procuram a excelência e melhoria contínua, utilizam de ferramentas para análise das causas raízes em seus processos de manufatura, de medições e controles para que não ocorram inconformidades, retrabalho ou reclamações advindas de seus produtos disponibilizados ou serviços prestados.

A metodologia Seis Sigma propõe a melhoria no desempenho por meio do uso de ferramentas para desenho e monitoramento de suas atividades de rotina, desde suas atividades básicas até as atividades de alta complexidade. Como consequência desse controle, elimina-se variabilidades do processo, reduzindo custos, desperdícios de recursos, insumos e mão de obra e, principalmente, traz a alavancagem nos resultados de satisfação do cliente.

A metodologia Seis Sigma propõe métodos para redesenho de processos, de forma que erros e defeitos passem a não existir, com isso melhora-se a comunicação com o cliente, equipe de trabalho e demais partes interessadas.

Possibilita que os funcionários possam participar mais do processo, pois estes conseguem visualizar onde seus esforços surtem mais efeito (JUNIOR, 2006).

Esta metodologia apresenta como ferramenta o DMAIC, as etapas de definir, medir, analisar, melhorar e controlar, desenvolvidas para um dos processos de construção habitacional do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV).

O conhecimento sobre a necessária vinculação entre a gestão dos processos e o emprego de um modelo de planejamento da qualidade ao longo das diferentes fases – do projeto inicial à execução e à avaliação final, pode contribuir para compreender como o foco na melhoria contínua dos processos, na execução de um projeto de construção civil, trazem benefícios de caráter econômico e não econômico, que são materializados na eliminação de não conformidades e em resultados derivados da intervenção baseada em

um planejamento sistemático das ações.

A metodologia Seis Sigma, traz uma nova abordagem da utilização de ferramentas de gestão da qualidade para beneficiamento nos resultados de satisfação do cliente, e mais precisamente a redução de custos e melhoria contínua dos seus processos.

Na construção civil, há uma preocupação com o desperdício dos materiais e a qualidade dos serviços prestados à população. A não conformidade dos processos, pode de certa forma, comprometer a segurança dos propensos moradores do. Residencial Parque Poranga II, em Itacoatiara, AM e Residencial Manacapuru, em Manacapuru, AM. As não conformidades são um dos principais problemas relacionados a falhas nos processos, além de não corresponderem a requisitos e padrões de qualidade, representam riscos à obra, estabelecem vulnerabilidades críticas com relação a normas de segurança e confiabilidade na execução do projeto.

A construção de moradia entrelaça às necessidades humanas, com justificativas de conforto, proteção e acima de tudo a qualidade de vida, que implica em criar, manter e melhorar o ambiente. Contudo, as edificações devem ser projetadas, construídas e mantidas de acordo com requisitos básicos de desempenho e durabilidade ao longo da vida útil, além de atender às necessidades dos usuários. (CHIAVENATO, 2008; SANTOS e CALMON, 2017).

A motivação está na relevância do tema para a melhoria da qualidade dos processos na construção civil e mais precisamente a utilização dos seis sigmas e da ferramenta DMAIC utilizados no Programa Minha Casa Minha Vida-PMCMV.

## 1.2 - OBJETIVOS

### 1.2.1 - Objetivo geral

Aplicar a metodologia DMAIC na correção de problemas de não conformidade relacionados à execução dos projetos habitacionais do Programa Minha Casa, Minha Vida.

### 1.2.2 - Objetivos específicos

- Identificar os parâmetros, critérios de controle e as formas de tratamento das não conformidades ocorridas na construção do Conjunto Habitacional Parque Poranga e Manacapuru.
- Analisar a aplicação do modelo DMAIC na correção das não conformidades.
- Rastrear os problemas de não conformidades em projetos da construção civil.

### 1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A finalidade do trabalho de pesquisa é contribuir para o conhecimento sobre a necessária vinculação entre a gestão dos processos e o emprego de um modelo de planejamento da qualidade ao longo das diferentes fases – do projeto inicial à execução e à avaliação final. Poder contribuir para a compreensão e melhoria contínua dos processos, na execução de um projeto de construção civil, demonstrando os benefícios de caráter econômico e não econômico, que são materializados na eliminação de não conformidades e em resultados derivados da intervenção baseada em um planejamento sistemático das ações.

### 1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação para a realização da pesquisa, os seus objetivos, a contribuição da dissertação e a organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a técnica seis sigmas e a ferramenta DMAIC.

O capítulo 3 identifica os procedimentos metodológicos adotados, delimitando o tipo de pesquisa e passos no percurso de construção da pesquisa.

O capítulo 4 apresenta os dados obtidos no estudo de caso, sujeitando-os ao processo de análise e interpretação, com fundamento em subsídios teóricos e informações obtidas em campo segundo a sua natureza qualitativa ou quantitativa.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1 - QUALIDADE EM SUAS VÁRIAS DIMENSÕES

A preocupação com a qualidade não é recente. Podem ser identificadas quatro diferentes fases da qualidade: era da inspeção; do controle estatístico da qualidade; da garantia da qualidade; e da administração estratégica da qualidade (GARVIN, 2002).

O desenvolvimento de processos e métodos de trabalho voltados para a qualidade somente veio a ser acompanhado de estudos teóricos aprofundados nos anos 40 e 50 nos Estados Unidos, destacando-se a Teoria dos Custos da Qualidade (*Cost of Quality - COQ*) e a teoria da engenharia de confiabilidade, de Joseph Juran, bem como a abordagem do controle total da qualidade, de Armand Feigenbaum e do zero defeito, de Phillip Crosby. Estabeleceram em conjunto ferramentas que, basicamente, visavam evidenciar a possibilidade de reduzir custos totais da qualidade com maior investimento na prevenção de erros e defeitos no processo produtivo (CORDEIRO, 2004).

Os custos com qualidade podem ser situados em duas dimensões: gastos para obtenção da qualidade visando responder às demandas e exigências dos clientes (processos de controle da qualidade), e os custos da não-qualidade, resultando das falhas ou erros no controle da qualidade (BARRETO, 2008).

O enfoque nos custos deu origem à preocupação em quantificar custos de prevenção e defeitos, enfocando-se a prevenção no projeto dos produtos e nos processos de produção, seleção dos fornecedores, treinamento e motivação de pessoal (GARVIN, 2002).

A qualidade pode ser interpretada no sentido de ajuste ou adequação a um determinado fim ou utilidade (JURAN, 1993), e num contexto subjetivo também é definida pelo cliente (CATELLI, 2001).

Em outra dimensão, a qualidade diz respeito a um conjunto de atributos ou características essenciais que devem compor o produto ou serviço. Nessa ótica, é considerada em seu sentido intrínseco (PALADINI, 2006).

Nesse aspecto, a qualidade pode ser referenciada como característica ou atributo de produtos ou serviços que permite atender de maneira plena e confiável, segura e no

momento adequado às demandas ou necessidades específicas do cliente (CAMPOS, 1994).

Essa concepção pode ser ampliada quando se considera um produto ou serviço de qualidade como o resultado de um processo no qual se verifica a ausência de falhas, atrelada ao baixo custo (BARRETO, 2008).

Por esse ponto de vista, a qualidade é mais do que a característica do produto ou serviço em si, ou a percepção do cliente sobre o que lhe é oferecido, pois abrange aspectos intrínsecos à geração do produto ou do serviço, envolvendo a gestão dos diferentes processos e atividades ao longo do percurso da sua idealização ou planejamento até a entrega final (MIGUEL, 2001).

### **2.1.1 - Garantia da qualidade a partir do monitoramento dos processos**

Um conceito de qualidade não pode ser formado a partir da utilização da palavra no cotidiano. Normalmente, o termo diz respeito à característica de um objeto ou serviço isoladamente. Mas, num sentido mais amplo, a qualidade pode ser considerada como resultante da interação entre a organização e seus clientes (GAITHER e FRAZIER, 2002).

A satisfação do consumidor tende a ser vista como um dos pontos visados pela gestão da qualidade, todavia, é difícil, se não impossível, compreender efetivamente todo conjunto de percepções, sentimentos, expectativas de cada cliente para lhe oferecer integralmente o que espera ou pressupõe desejar, pois é difícil controlar ou alcançar o sentido preciso da expectativa formulada subjetivamente por ele. Em decorrência, as empresas devem definir o que elas podem efetivamente oferecer, e como isso deve ser alcançado, de maneira que possam cumprir apenas o que prometem (ATKINSON *et al.*, 2000).

Por conseguinte, o gerenciamento da qualidade deve voltar-se para a obtenção de desempenhos satisfatórios em todas as fases de criação de um produto ou serviço, para alcançar um resultado definido em termos de qualidade final. Mas esses resultados só são alcançados se todos os processos organizacionais forem coordenados a partir de um processo gerencial capaz de definir objetivos comuns, a serem compartilhados por todos nos vários setores, processos e atividades (GAITHER e FRAZIER, 2002).

Para detectarem os problemas e conhecerem as suas causas, definindo soluções compatíveis, as pessoas precisam saber como agir. Precisam dispor de informação e conhecimentos, para que possam tomar decisões coerentes com os problemas identificados nas atividades e processos com os quais estão envolvidas ou são responsáveis (AKAO, 1996).

Respondendo a essa necessidade, existem os indicadores, que são ferramentas para Medir determinado fenômeno, em seus elementos quantitativos e/ou qualitativos, visando obter referências para uma avaliação e subsidiar a tomada decisória, podendo assim serem relacionados ao processo de planejamento, na formatação de metas e ações subsequentes para sua implementação (FNQ, 2007).

No campo da qualidade, os indicadores referem-se a ferramentas de gestão, as quais permitem obter valores de referência para a gestão da produção, considerando-se certos critérios comparativos entre o visado e o alcançado, entre o planejado e o desempenho obtido, materializado nas características do produto que definem o sentido de qualidade a elas atribuído (PAIXÃO *et al.*, 2005).

Em outros termos, os indicadores consistem em formas de representar quantitativamente certas características ou atributos de produtos ou de processos (TAKASHINA e FLORES, 1997).

No que tange à busca de indicadores de qualidade, os critérios precisam ser devidamente analisados levando em conta o histórico ou recorrência de falhas ou problemas que exigem solução, levando em conta ainda certos fundamentos do que se espera atingir, que podem ser definidos com a fixação de metas, do período e dos resultados esperados (SPONTON *et al.*, 2009).

A análise dos resultados relativos à qualidade alcançada em determinado momento depende da capacidade de se obter dados que permitam compreender o significado do que foi atingido no contexto mais amplo dos propósitos ou metas previamente determinados, de maneira a poder estabelecer a direção das decisões para acompanhar e apoiar o progresso das medidas adotadas ou de novas alternativas de ação (TAKASHINA, 1999).

Por conseguinte, os indicadores de qualidade possibilitam obter dados qualitativos e quantitativos sobre as características dos processos e dos produtos (TAKASHINA e FLORES, 1997), sendo que a análise dos resultados fornece subsídios para a tomada de decisão sobre o que pode ser melhorado ou o que deve ser mantido se a qualidade for considerada satisfatória.

Três grupos de indicadores de qualidade devem ser considerados na análise de um processo, de acordo com a sua finalidade ou aplicabilidade (DURSKI, 2003):

- Indicadores para avaliar a qualidade do produto: tanto a qualidade do produto, resultante da cadeia produtiva em seu todo, como dos produtos intermediários, gerados nos diversos processos, envolvendo os seguintes itens: características específicas; preço; disponibilidade; gastos com garantia oferecida; número de produtos devolvidos por unidades vendidas; avaliação dos consumidores e de revistas especializadas;
- Indicadores para avaliar a qualidade do processo produtivo: índice de defeitos no final do processo; retrabalho em relação ao total produzido; produtos rejeitados em relação ao total produzido; dias de produção perdidos por interrupções não previstas;
- Qualidade dos fornecedores: taxa de qualidade do fornecedor (parâmetros a serem definidos de acordo com as características de cada fornecedor, nos diversos elos da cadeia).

## 2.2 - QUALIDADE EM SERVIÇOS

A preocupação com a qualidade não é apenas no campo da produção de bens, mas também na prestação de serviços, cuja natureza é essencialmente intangível, ou seja, comumente não são produtos físicos, embora possam ser associados a um item material (KOTLER, 1994).

Os serviços assumem diferentes formas quanto a sua prestação ou destinação, o que permite distinguir suas características: a simultaneidade (são consumidos quase que simultaneamente ao momento em que são produzidos); intangibilidade (não são materiais, físicos como um produto, portanto não podem ser transportados nem estocados); heterogeneidade (podem assumir inúmeras formas, dificultando uma padronização) (PARASURAMAN *et al.*, 1988).

A gestão da qualidade em serviços implica considerar que estes não são agregados em estoques, como os produtos. Embora não sejam materiais, podem ser avaliados em termos de qualidade, pois têm repercussões visíveis e mensuráveis para os consumidores finais (RICCIO *et al.*, 1997).

A qualidade do serviço deve ser priorizada como forma de agregar valor à oferta, objetivo estratégico essencial por estar relacionado à percepção e satisfação dos

consumidores, e pode ser identificada na entrega ou prestação, dependendo diretamente do desempenho do pessoal de linha de frente, ou seja, os responsáveis por esses processos (GRÖNROOS, 2003).

A má-qualidade do serviço, assim como do produto, pode ser decorrente de vários fatores. Pode ser devida a uma causa especial, em geral única, mas com forte impacto no processo de realização ou prestação do serviço, não previsível, por isso de difícil controle, mas cujos efeitos podem ser prevenidos e reduzidos. Há ainda as causas estruturais, também sanáveis ou compensáveis, ocorrem periodicamente, sendo assim repetitivos como problemas de qualidade, as causas comuns, mais frequentes e em maior número (SAMOHYL, 2006).

A superação dos problemas com qualidade nos serviços tem como fundamento o foco no elemento humano, já que a sua prestação depende das pessoas que os realizam. O envolvimento das pessoas é requisito essencial, pois é necessário compromisso com a qualidade para a adequada resolutividade dos problemas relacionados à eficiência na sua prestação (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2000).

A questão da subjetividade tem forte influência na prestação dos serviços, pois a qualidade está atrelada à pessoa que o realiza. Por isso a gestão da qualidade nesse caso depende de uma análise detalhada dos processos específicos envolvidos, sendo indiretamente avaliada a partir da percepção dos destinatários finais (consumidores) (DIEHL, 2004).

Na busca da qualidade ganharam destaque as chamadas ferramentas que podem ser entendidas como instrumentos para a gestão da qualidade, envolvendo técnicas e métodos aplicados a tarefas ou processos que possibilitam obter melhorias e efeitos positivos (VASCONCELOS e PEREIRA, 2011).

### 2.3 - A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Um marco no estabelecimento de padrões de qualidade para a construção civil no Brasil foi a integração da Caixa Econômica Federal ao Programa Brasileiro- CEF de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) no ano 2000. Passou-se a exigir das construtoras a certificação em qualidade como requisito para o acesso a financiamento. Em razão disso, as construtoras começaram a se preocupar em desenvolver seus próprios programas e normas para assegurar o alinhamento de suas atividades e resultados a exigências de conformidade e padrões de desempenho (LANA e ANDERY, 2002).

O Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiQ, transformado em 2005 no Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SIAC, define as regras gerais de certificação, com desdobramento para diferentes especificações na área da construção civil, cabendo ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO, definir a listagem de materiais e serviços controlados e estabelecer regras para qualificar auditores e técnicos especialistas.

Geralmente a implantação de um sistema de qualidade inicia-se com a definição dos processos, de maneira a serem definidos previamente os procedimentos a serem observados na execução dos serviços PES – Procedimento de Execução de Serviço, os quais irão fundamentar a verificação e o trabalho de validação das atividades a partir das normas técnicas em vigor responsáveis pela padronização dos processos construtivos. A equipe responsável pela inspeção deve conhecer plenamente o PES, e os encarregados da execução precisam igualmente conhecer as exigências ou requisitos na execução do serviço (LEAL e RIBEIRO, 2016).

Adota-se aqui o conceito de processo no sentido de atividades de trabalho ordenadas no tempo e espaço, com *inputs* e *outputs* bem determinados que delimitam o conjunto estrutural de todas as ações no âmbito da execução de decisões e formulações de planejamento (DAVENPORT, 1994).

#### 2.4 - SIPOC

Muito utilizado em metodologias Seis Sigma, o SIPOC é uma ferramenta utilizada para mapear processos. Com ele, é possível esclarecer melhor as etapas do processo, definindo e formalizando diversos fatores que impactam diretamente na execução do trabalho.

O nome SIPOC corresponde a junção de iniciais (em inglês) de cada aspecto analisado pela ferramenta (*Supplier Input, Process, Outputs e Customer*). Analisando todos esses fatores, é possível compreender melhor o trabalho executado e atuar em pontos específicos do processo, promovendo melhoria contínua.

## 2.5 - MATRIZ GUT

A matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada pelas empresas para priorizar os problemas que devem ser atacados pela gestão, bem como para analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas (FAVERI, 2016).

A grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que a mesma auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas (FAVERI, 2016).

Quanto aos aspectos principais, FAVERI (2016) faz a seguinte classificação: – Gravidade: Diz quanto o peso da dificuldade analisada caso ela venha a ocorrer. Analisa-se diante certas características, tais: tarefas, pessoas, resultados, 34 processos, organizações etc. estudando os resultados a médio e longo prazo, se antes não for solucionado; – Urgência: A quantidade de tempo que se tem ou necessita para resolução da tarefa. Se grande a urgência, menor é o tempo disponível para sanar tal problema. Recomenda-se o questionamento: “A solução desta causa pode aguardar ou necessita ser feita de imediato?”; – Tendência: Refere-se à possibilidade de aumento do problema, a circunstância da questão crescer ao decorrer do tempo.

É recomendado questionar: “Caso não solucione tal problema logo, o mesmo piorará aos poucos ou bruscamente?”. Para obter-se o valor das prioridades, basta efetuar o produto entre as notas atribuídas da seguinte forma: (G) x (U) x (T). Esta nota vai de 1 a 5, o resultado da multiplicação dará o nível de atuação que o problema deve ter, ou seja, do maior para o menor.

## 2.6 - SEIS SIGMA ( $6\sigma$ )

Conforme WERKEMA (2006), o Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e quantitativa, com o objetivo de maximizar a performance e lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

A abordagem Seis Sigma fala de ganhos da qualidade, calculados com base nos resultados dos projetos Seis Sigma. Esta avaliação é realizada geralmente por setores de contabilidade, com base em técnicas de avaliação econômica de projetos tais como análise do valor presente (ROTONDARO, 2002).

Para autores como PEREZ-WILSON (2000), o Seis Sigma é mais que uma metodologia, sendo considerada uma ferramenta de benchmarking, uma meta, uma medida, uma filosofia, uma estatística, uma estratégia, um valor e uma missão.

De acordo com LAMEIRA (2007), o Seis Sigma é um padrão de mensuração de variações de produtos estudado desde a década de 1920 por Walter Shewart, o mesmo demonstrou que os processos com correções necessárias, apresentavam uma variação maior ou igual a três sigma da sua média de correção.

De acordo com PANDE *et al.* (2000), Seis Sigma: Um sistema amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso do negócio. Seis Sigma é unicamente orientado pelo bom entendimento dos requisitos dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas, e pela atenção diligente ao gerenciamento, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

A metodologia Seis Sigma está vinculada a indicadores sobre a capacidade do processo em análise. A letra grega  $\sigma$  (sigma) expressa a medida de capacidade do processo, relativa ao número de desvios padrão do processo que se afastam dos limites do valor tolerável de defeitos (STAMATIS, 2004).

A eficácia das ações operacionais visando a qualidade depende em primeiro lugar da escolha de ferramentas e técnicas para a melhoria dos processos e da qualidade, vindo a seguir a definição de metas de confiabilidade e, por fim, a análise das falhas ou erros de execução, para estabelecer novos índices de qualidade, além da definição de programas e métodos para que a melhoria seja contínua. (MAXIMIANO, 2005).

Processos mais eficazes podem ser alcançados a partir do emprego das ferramentas e procedimentos relacionados à metodologia Seis Sigma, pois ela pressupõe o enfoque em mudanças e resultados reduzindo variações no processo resultando um desempenho inferior ao que pode ser alcançado (RODRIGUES, 2010).

Em se tratando de buscar a melhoria dos processos, o conceito do Seis Sigma tem servido como um importante referencial de gestão, pois permite trabalhar sobre esses fatores de maneira a redefinir as bases de planejamento e ação com emprego de instrumentos estatísticos, indicadores e do conhecimento objetivo sobre situações, problemas e suas causas (LINDERMAN *et al.*, 2003).

O Seis Sigma é uma filosofia de ação que possibilita alcançar a máxima efetividade no que se refere à consecução de objetivos e metas focadas naquilo que os clientes esperam (ROTONDARO, 2002).

Modelo de gestão com aplicabilidade em vários setores ou atividades, mas que essencialmente mantém como característica a busca de resultados baseados na coleta de dados (quantitativos e qualitativos) sobre determinadas situações, os quais uma vez analisados possibilitam definir ações de melhorias e obter indicadores de avaliação em processo continuado de melhoria que está em consonância com a ideia da qualidade total como aprimoramento contínuo dos processos (WERKEMA, 2004).

PANDE *et al.* (2001), citam alguns benefícios trazidos pelo Seis Sigma que fazem com que as empresas adotem esta metodologia:

- Gera sucesso sustentado – o método cria habilidades e culturas para revigoramento constante;
- Determina uma meta de desempenho para todos – usa como base comum o processo e o cliente para criação de meta consistente, o nível de desempenho deve ser tão próximo do perfeito quanto as pessoas possam imaginar;
- Intensifica o valor para os clientes – de acordo com o autor, o foco no cliente é a prioridade do método, significa aprender o significado de valor para os clientes e planejar como isso será tornar-se lucrativo;
- Acelera a taxa de melhoria – com a concorrência de mercado, o método auxilia na melhora do desempenho e na melhoria contínua;
- Promove aprendizagem e “polinização cruzada” – o método acelera a capacitação e o desenvolvimento de funcionários e compartilha novos conhecimentos em toda organização;
- Executa mudanças estratégicas – investimentos em novos mercados, produtos e lançamento de novos empreendimentos se tornam mais confiáveis com a compreensão e análise através deste método.

O Seis Sigma pode ser interpretado nesse sentido como um sistema complexo, porém dotado de flexibilidade, que possibilita atingir, manter e maximizar o desempenho da organização expresso em resultados mensuráveis, como a redução de custos, aumento de produtividade, desenvolvimento de novas metodologias de trabalho, maior eficácia dos processos, entre outros (PANDE *et al.*, 2001).

Ainda segundo o autor não basta, porém, a existência de instrumentos e recursos para a implementação da metodologia Seis Sigma. O elemento humano envolvido é fundamental para o êxito da sua aplicação, e a ele vinculam-se as principais restrições ao alcance de resultados com sua utilização, como a falta de integração ou coordenação dos

grupos e atividades, liderança incapaz, falta de precisão ou visão limitada da aplicação dessa metodologia, metas imprecisas ou mal definidas, excesso de ênfase nos procedimentos, incapacidade de derrubar barreiras internas, treinamento ineficaz e um foco limitado na qualidade (PANDE *et al.*, 2001).

De acordo com WERKEMA (2002), se o valor do desvio-padrão de um processo é alto, há pouca uniformidade do processo, com muita variação entre os resultados gerados; se o valor do desvio-padrão é baixo, há muita uniformidade do processo com pouca variação entre os resultados gerados pelo processo. Quanto menor for o desvio padrão, melhor será o processo. Quanto mais contida estiver essa variação em relação a sua especificação, menor a possibilidade de erros ou falhas.

Segundo CARVALHO (2002), a difusão do programa Seis Sigma deu-se no bojo das cifras expressivas dos ganhos divulgados por estas empresas, além de outros benefícios relatados como a redução dos custos, o aumento no valor das ações, o acréscimo no número de clientes e na retenção, entre outros.

A liderança é amplamente citada na literatura disponível como alicerce para sucesso do Seis Sigma. HARRY e SCHROEDER (2000), por exemplo, destacam que o sucesso na implantação não acontece sem uma liderança ativa com objetivos claramente traçados e comunicados aos funcionários.

PEREZ-WILSON (2000), ressalta em sua estratégia que reuniões mensais com a administração proporcionam ajuste permanente para assegurar o progresso das equipes. PANDE *et al.* (2000), recomendam que a alta administração seja responsável por imprimir os esforços para o programa, como elemento chave de sucesso. O comprometimento pode não ser suficiente: sem a efetiva participação da alta administração, o programa Seis Sigma pode fracassar (ECKES, 2001).

O alcance desta pesquisa é do tipo descritivo, nos moldes da exposição de SAMPIEIRI *et al.* (2010), o alcance descritivo, a meta do investigador consiste em descrever fenômenos, situações, contextos e eventos, detalhar como são e se manifestam os estudos descritivos. Buscam especificar as propriedades, as características e os perfis de pessoas, grupos, comunidades, processos, objetos ou qualquer outro fenômeno que se submeta a análise. É dizer, unicamente, que pretende medir ou reconhecer informações de maneira independente ou conjunta sobre os conceitos ou as variáveis a que se referem.

O alcance descritivo, para esta pesquisa, foi definido com base nos processos relacionados à execução das obras dos residenciais citados, delimitando-se as questões centrais a serem objeto de investigação:

- Conhecer as causas-raiz dos problemas (não conformidades) identificados;
- Identificar as possíveis soluções para corrigir as não conformidades detectadas e evitar novas ocorrências assegurando a confiabilidade dos processos;
- Determinar quais os benefícios que podem ser alcançados com a correção ou eliminação das não conformidades nos processos.

Um dos fatores que estabelecem o sucesso do programa Seis Sigma, segundo AGUIAR (2002), é a sua estrutura de implantação, que deve ser conduzida da seguinte forma: uma metodologia de solução de problemas e de desenvolvimento de novos produtos ou serviços (DMAIC e o DFSS); uma estrutura de responsabilidade e funções para o programa; uma vigorosa estrutura de treinamentos; e uma política adequada de pessoal para sensibilizar os colaboradores para a mudança de cultura.

## 2.7 - A TÉCNICA DMAIC COMO FERRAMENTA DA METODOLOGIA SEIS SIGMA

O DMAIC é utilizado para a melhoria de produtos e serviços existentes, sendo estruturado para atingir as metas de capacidade do programa Seis Sigma através de cinco fases: Define – definir, Measure – medir, Analyze – analisar, Improve – melhorar e Control – controlar (DMAIC). Esse método é também chamado de “Modelo para Melhoria de Performance” e é o mais difundido nas empresas. Na fase definir são identificados os clientes e suas necessidades; na fase medir os processos são mensurados e as performances analisadas; na fase analisar são verificadas as causas dos principais defeitos; na fase melhorar são analisadas as formas para eliminar as causas dos defeitos; e na fase controlar é verificado se as melhorias implementadas estão sob controle de forma a manter os benefícios alcançados (BREYFOGLE, 1999).

O DMAIC pode ser considerado como um esforço continuado para otimizar o desempenho dos processos e estabelecer novas formas de controle do desempenho operacional, a partir da identificação e da análise dos resultados considerados inadequados ou indesejáveis, com prioridade na solução de problemas (RODRIGUES e WERNER, 2009).

O emprego do modelo DMAIC é bastante útil, não somente para encontrar as causas de problemas de desempenho e definir ações corretivas, mas também para melhorar o desempenho dos processos e pessoas no decorrer do tempo, uma vez que não está focado somente na análise estatística de variações do processo e efeitos sobre o

desempenho operacional, mas prioriza a busca dos meios mais adequados de sustentabilidade das melhorias sugeridas (SCATOLIN, 2005).

CARVALHO (2002), o DMAIC é utilizado para a melhoria de produtos e serviços existentes, sendo estruturado para atingir as metas de capacidade do programa Seis Sigma através de cinco fases: Define – definir, Measure – medir, Analyze – analisar, Improve – melhorar e Control – controlar (DMAIC). Esse método é também chamado de “Modelo para Melhoria de Performance” e é o mais difundido nas empresas.

DALE *et al.* (2000), enfatizam ainda que o programa Seis Sigma tem como base antigos conceitos da engenharia da qualidade, que buscavam entender e eliminar as causas de variação e projetar a manufatura. Além disto, vários autores destacam a semelhança do DMAIC com o ciclo PDCA (plan, do check e act), elaborado por Shewhart na década de 20, para orientar as ações de melhoria contínua.

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 as construtoras tiveram que implantar o Processo Seis Sigma nos empreendimentos, de tipologia mais frequente 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:

ETAPA	Objetivos	Ferramentas
DEFINIR	Definir o escopo do projeto: importância, equipe, cronograma...	<i>Project Charter</i> ; Gráficos de Controle; Análise de séries temporais; Voz do Cliente (VOC);
MEDIR	Determinar o foco do problema, verificar a confiabilidade dos dados; coletar dados	Coleta de Dados; Estratificação; Amostragem; Folha de verificação; Diagrama de Pareto; Histograma;
ANALISAR	Analisar o processo para determinar as causas potenciais do problema	Fluxograma; Mapa do processo/ produto; FMEA; Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito;
MELHORAR	Identificar e avaliar as soluções prioritárias e implementá-las	Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; Stakeholder Analysis; Simulação; 5W2H; PERT/CPM
CONTROLAR	Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo e padronizar as alterações	Cartas de controle; Histograma; Índice de capacidade; Manuais; Procedimento padrão; Reuniões

Figura 2.1 - Etapas, objetivos e ferramentas da abordagem DMAIC.  
Fonte: Adaptado de RODRIGUES e WERNER (2008).

A Figura 2.1 apresenta os objetivos e as ferramentas utilizadas em cada etapa da abordagem DMAIC no controle dos processos.

Conforme THOMPSON JR *et al.* (2008), todo trabalho é um processo, todos os processos têm variações e todos os processos criam dados que explicam tais variações. Para melhoria em serviços prestados e qualidade de produtos, utiliza-se a melhoria contínua pelo processo DMAIC, onde:

- Definir – definição de escopo do projeto;
- Medir – definição da localização e/ou foco no problema;
- Analisar – Determinação das causas prioritárias do problema;
- Melhorar – Propor/implementar soluções para determinado problema;
- Controlar – Garantia do alcance da meta estipulada.

### 2.7.1 - Fase definir (*Define*)

Fase de definição dos objetivos do aprimoramento dos processos, quando o projeto de melhorias tem início, definindo-se a razão para o seu desenvolvimento Conforme apresentado na Figura 2.2.

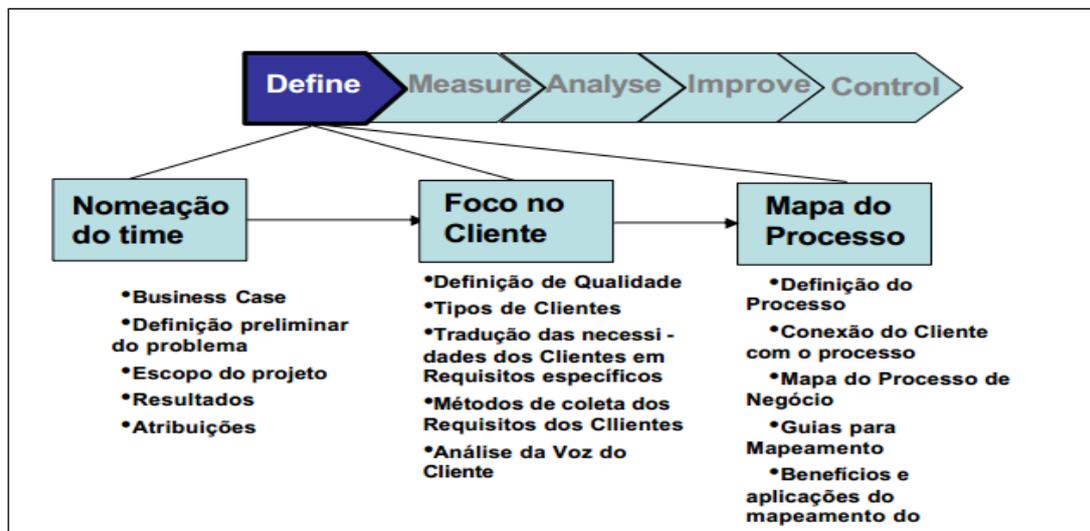


Figura 2.2 - Fase definir da abordagem DMAIC.  
 Fonte: NASCIMENTO (2004).

A Figura 2.2 apresenta a fase Definir da abordagem DMAIC no processo de qualidade dos serviços.

Nesta etapa, deve-se delimitar qual é o processo que deverá ser analisado, e determinar o que é o produto ou serviço que não está respondendo a especificações ou exigências dos clientes. As informações obtidas permitirão ter uma visão prévia do que deve ser alcançado e como será possível alinhar os processos e produtos à visão e expectativas dos clientes (BANUELAS e ANTONY, 2004).

### 2.7.2 - Fase medir (*Measure*)

Nessa fase, procede-se à mensuração do processo em seu nível presente, determinando-se condições como desempenho e possibilidades de melhoria. Conforme apresentado na Figura 2.3.

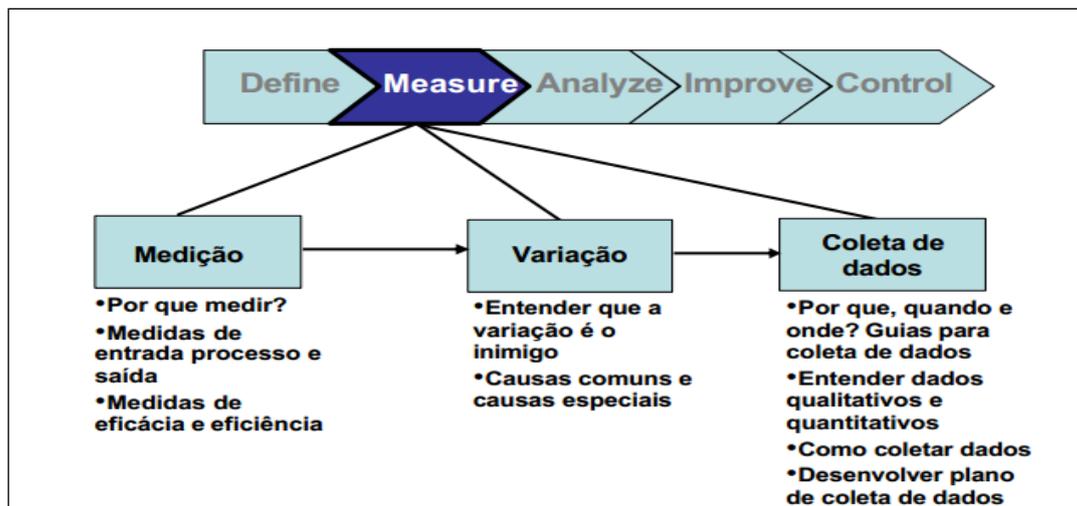


Figura 2.3 - Fase medir da abordagem DMAIC.  
Fonte: NASCIMENTO (2004).

A Figura 2.3 apresenta a Fase Medir da abordagem DMAIC no processo da qualidade dos serviços.

Nessa fase, conhecendo o problema, podem ser definidos de modo preciso os meios ou instrumentos pelos quais as causas das variações detectadas no desempenho podem ser corrigidas adequadamente até um nível ótimo (MITRA, 2004).

### 2.7.3 - Fase analisar (*Analyze*)

Momento de análise do sistema, quando o processo atual é interpretado com base nas medições realizadas. Conforme apresentado na Figura 2.4.

Nesse momento, o propósito das ações é determinar todas as causas dos defeitos e as origens das variações do processo, bem como estabelecer quais são os fatores que mais contribuem para afetar o desempenho do processo na “saída”, sendo possível assim estabelecer também quais devem ser as prioridades de melhorias a serem buscadas (ANBARI e KWAK, 2004).

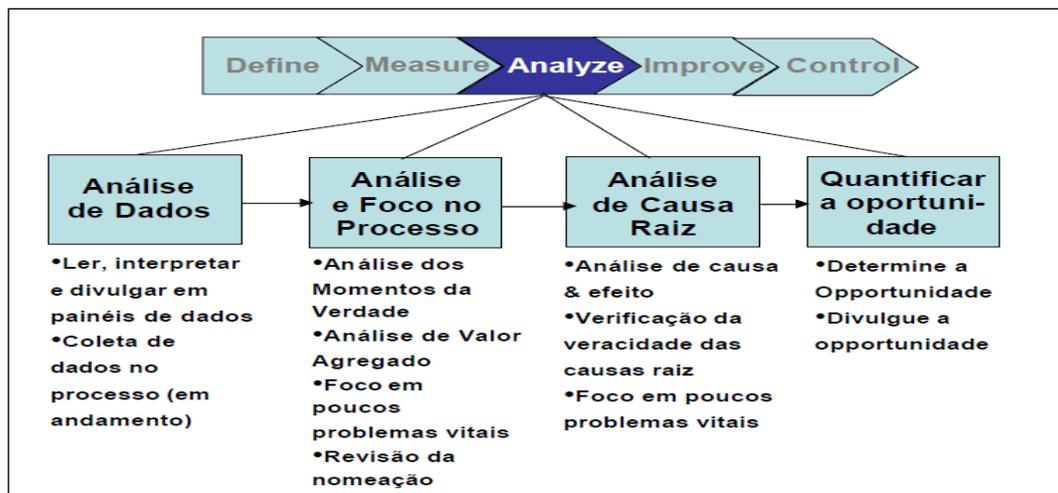


Figura 2.4 - Fase análise da abordagem DMAIC.  
 Fonte: NASCIMENTO (2004).

A Figura 2.4 apresenta a fase de Análise da abordagem DMAIC no processo da qualidade dos serviços. São análises de dados, análise e foco no processo, análise de causa raiz e quantificar a oportunidade.

São análises de causa e efeito, foco em poucos problemas, verificação da veracidade das causas raiz, entre outras análises. Para analisar os resultados é necessário compreender, ler, interpretar e divulgar os dados coletados do processo. Divulgar as oportunidades de melhoria, além de desenvolver as práticas para a correção das não conformidades.

### 2.7.4 - Fase melhorar (*Improve*)

Momento de realização das melhorias no processo, que deve ser analisado a partir de um conjunto de ferramentas para trabalhar com os aspectos ou situações identificadas como possibilidades ou oportunidades de mudança, e que poderão resultar em um processo mais eficiente e eficaz quanto ao desempenho esperado. Conforme apresentado na Figura 2.5.

Nessa fase, serão definidas as ações com fundamento no que foi avaliado e nas causas consideradas críticas para o processo com maior impacto para a satisfação e manutenção dos clientes (BANUELAS e ANTONY, 2004).

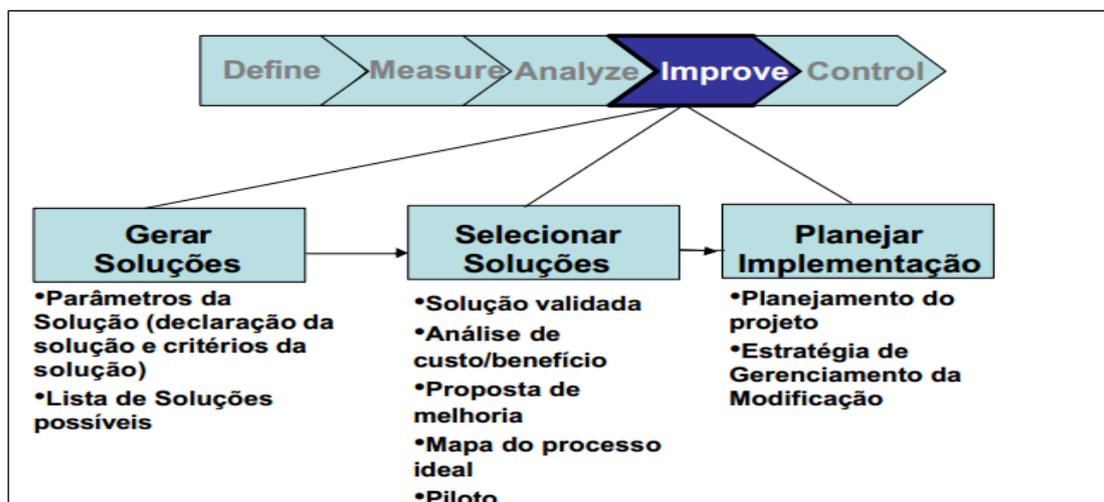


Figura 2.5 - Fase melhorar da abordagem DMAIC.  
 Fonte: NASCIMENTO (2004).

A Figura 2.5 apresenta a fase de Melhorar da abordagem DMAIC no processo da qualidade dos serviços. É possível gerar soluções, selecionar soluções e planejar a implementação, através dos parâmetros da solução, análise de custo/benefício, proposta de melhoria, planejamento e estratégias de gerenciamento da modificação do projeto.

O foco principal nesta fase é efetivar a solução para o problema que foi identificado na etapa da definição, buscando um aumento da eficácia do processo e resultados efetivamente superiores relacionados às metas de melhoria definidas pelo Projeto (KUMAR e ANTONY, 2008).

### 2.7.5 - Fase controlar (*Control*)

A fase de controle do novo sistema é crucial para que o DMAIC seja um ciclo, e as ações de melhoria sejam contínuas, a partir do novo desempenho alcançado, conforme apresentado na Figura 2.6.

O propósito principal é assegurar que as melhorias obtidas sejam mantidas. Isso significa que, uma vez estudado o problema, definidas as melhorias e implementadas as ações para sua consecução, devem ser monitoradas e controladas todas as variações do processo para que sejam mantidos resultados compatíveis com o adequado atendimento das necessidades dos clientes (BANUELAS e ANTONY, 2004).

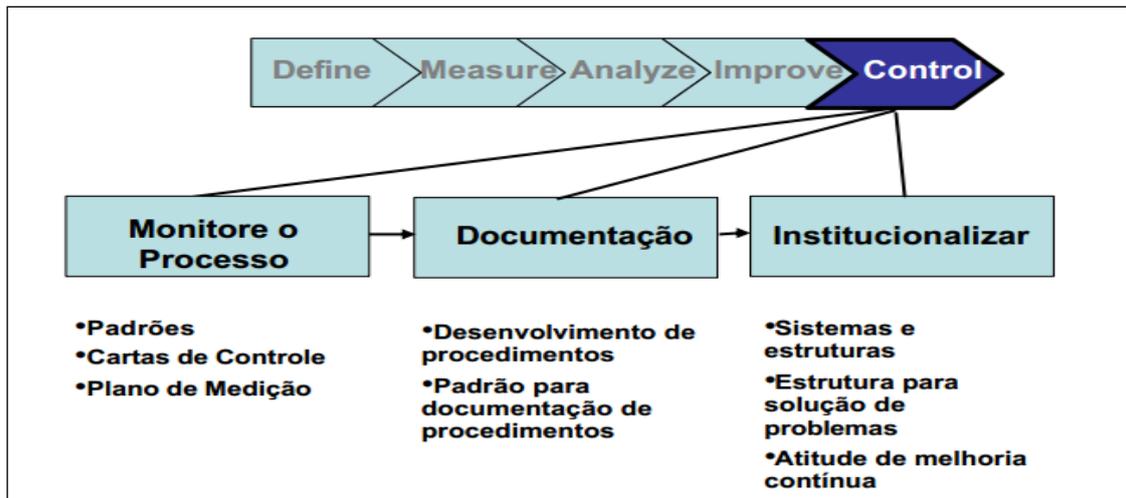


Figura 2.6 - Fase controlar da abordagem DMAIC.  
 Fonte: NASCIMENTO (2004).

A Figura 2.6 apresenta a fase Controlar da abordagem DMAIC no processo da qualidade dos serviços. Nessa fase, há um monitoramento do processo, são determinados os padrões, cartas de controle e plano de medição. Os documentos são padronizados e as atitudes de melhorias são contínuas.

## 2.8 - EMPREGO DO DMAIC NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os processos na construção civil não são equiparados aos industriais, área para a qual a metodologia Seis Sigma e o DMAIC foram criados. Trata-se de uma atividade ao ar livre, que é afetada por condições externas e é menos repetitiva que o processo de fabricação (HAN *et al.*, 2008).

Um problema surge quando há uma distinção entre o que "deveria ser" e o que "é"; entre a situação ótima e definitiva, ou seja, a diferença entre o esperado e a situação atual concretizada. Está direta ou indiretamente relacionado a um resultado esperado ou padrão de comportamento. A descrição clara e exata do problema é o primeiro passo para implementar ações de melhorias em processos (SUKUMAR e RADHIKA, 2017).

As análises necessárias e tomadas de decisão sobre as mudanças podem ser realizadas adotando-se o modelo DMAIC do Seis Sigma. A sua aplicação permite conhecer os fatores e efeitos relacionados aos processos de construção civil que afetam a sua qualidade, para então projetar ações que permitirão corrigir e melhorar os processos (TANER, 2013).

A importância de utilizar a metodologia DMAIC na gestão dos processos em construção civil está no fato de que nessa área, quando um problema é encontrado apenas depois de executadas as ações, o preço da sua correção é alto, o que torna imprescindível o gerenciamento da qualidade baseado na preocupação com a qualidade de todos os processos, e não apenas com relação ao produto final (resultados), de modo a evitar custos, melhorar a segurança e assegurar a efetiva adequação aos requisitos técnicos do início ao fim da execução do projeto (TCHIDI *et al.*, 2012).

Uma construção enxuta refere-se à projeção e à operação dos processos de forma correta, do mesmo modo que a fabricação enxuta refere-se ao controle dos recursos de acordo com as necessidades do cliente, reduzindo-se os desperdícios com atividades adicionais e que não agregam valor (com perda de tempo) (AMITHA e SHANMUGAPRIVA, 2016).

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada tendo como alvo dois empreendimentos do Programa Federal “Minha Casa, Minha Vida” implantados no Amazonas, o Residencial Parque Poranga II, no município de Itacoatiara, onde foram construídas 466 unidades habitacionais, e o Residencial Manacapuru, no município de Manacapuru, onde foram construídas 667 unidades habitacionais.

Itacoatiara é um município brasileiro localizado na Região Metropolitana de Manaus, no estado do Amazonas. É a terceira cidade mais populosa do estado, com 102.701 habitantes, de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2020, ocupa uma área de 8.891,906km<sup>2</sup>, representando 0,661% do estado, 0,2308% da Região Norte e 0,1047% de todo o território brasileiro. Desse total 13,5km<sup>2</sup> estão em perímetro urbano (IBGE, 2016).

Itacoatiara é um dos poucos municípios do Amazonas que possui infraestrutura para os três tipos de transporte: aéreo, fluvial e rodoviário o que se torna fator importante para sua dinâmica econômica e populacional. Ele faz parte da recém-criada Região Metropolitana de Manaus (RMM). O Residencial Parque Poranga II está sob as coordenadas 3° 06' 57,94" S e 58° 27' 26,27" W. (IBGE, 2016).

No município de Itacoatiara a pesquisa foi realizada na zona urbana onde se concentra a maior parte da população. A escolha da cidade de Itacoatiara como um dos estudos de caso foi realizada após avaliação in loco nas habitações do Programa Minha Casa, Minha Vida, financiados pela CEF e que fazem parte dos Programas Sociais do Governo Federal.

Manacapuru é um município do Amazonas, localizado a 84 quilômetros ao Sudoeste de Manaus, na margem esquerda do Rio Solimões na Região Metropolitana de Manaus, no estado do Amazonas. É a quarta cidade mais populosa do estado com 98.502 habitantes, segundo estimativas do IBGE de 2020. O principal acesso à cidade é através da Rodovia Manoel Urbano, onde está a Ponte Jornalista Phelippe Daou, sendo fundamental para a integração e o desenvolvimento da Grande Manaus. (IBGE, 2016).

O município ocupa uma área de 7 329,234 km<sup>2</sup>, representando 0,4666% da área do estado do Amazonas, 0,1902 % da Região Norte e 0,0863 % de todo o território brasileiro. (IBGE, 2016).

O Residencial Manacapuru está sob as coordenadas 3° 15' 54,99" S e 60° 38' 40,77" W. Em termos gerais, o município de Manacapuru não está fora da realidade de muitas cidades brasileiras que sofrem com o inchaço populacional nos centros urbanos.

Com as coordenadas, pode-se ter uma visão geral da estrutura dos empreendimentos, conforme apresentado na Figura 3.1 (a,b).



Figura 3.1 - Vista aérea do Residencial Manacapuru (a) Vista aérea do Residencial Parque Poranga II (b).  
Fonte: Google earth (2019).

A Figura 3.1 apresenta a vista aérea do Residencial Manacapuru no município de Manacapuru e o Residencial Parque Poranga II no município de Itacoatiara. A partir dessa vista, pode-se observar que houve uma preocupação quanto a preservação das áreas verdes, além de apresentar a localização em área urbana dos municípios.

Os conjuntos residenciais fazem parte do programa “Minha Casa, Minha Vida”, criado em 2009 pelo governo federal, com o objetivo de reduzir o déficit habitacional no Brasil.

A terraplenagem, meio fio e infraestrutura dos conjuntos residenciais, fazem parte do projeto e do Programa Minha Casa, Minha Vida, conforme apresentado na Figura 3.2.



Figura 3.2 - Terraplanagem e meio fio das ruas do Conjunto Residencial Manacapuru (a) Terraplanagem e meio fio das ruas do Conjunto Residencial Parque Poranga II (b).

A Figura 3.2 apresenta as obras de terraplenagem e meio fio dos conjuntos residenciais Manacapuru e Parque Poranga II de Itacoatiara. Pavimentação Asfáltica Meio-fio e Sarjeta em concreto.

A fase de acabamento dos conjuntos residenciais com casas construídas, terraplenagem e meio fio e iluminação, podem ser vistos, conforme apresentado na Figura 3.3.



Figura 3.3 - Edificações prontas do Conjunto Residencial Manacapuru (a) Edificações prontas do Conjunto Residencial Parque Poranga II (b).

A Figura 3.3 apresenta o Residencial Manacapuru e o Residencial Parque Poranga II, em fase de conclusão e acabamento, com a infraestrutura necessária para a entrega das moradias a comunidade.

## 3.2 - METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida utilizando o método Seis Sigma, através da técnica DMAIC, consistindo em um instrumental estruturado, de aplicação sistemática, proativo e quantitativo, que permitiu, a partir da coleta de dados determinar os problemas críticos de não conformidades na construção civil, as suas causas e a possibilidades de melhorias do ponto de vista corretivo, e também proativo, uma vez que os resultados alcançados fornecem referências e critérios de ação que permitem aprimorar o controle contínuo e assegurar a conformidade dos processos com as exigências técnicas, podendo serem considerados em novos empreendimentos.

De modo geral, a investigação se deu de forma qualitativa e quantitativa, adotando um procedimento analítico através de observações pessoais, aplicação de formulários e levantamento de dados, tendo sido empregado na fundamentação teórica da pesquisa, a técnica bibliográfica que consiste no rastreamento de conteúdos significativos, disponibilizados por diversas fontes, e que contém material relevante do ponto de vista da produção de conhecimento, como livros, revistas ou periódicos, entre outras fontes.

Para esta pesquisa, a técnica bibliográfica consistiu na visita a bibliotecas, para seleção de livros de interesse por sua pertinência com o tema deste trabalho, além da consulta a fontes (bases de dados) na rede eletrônica (Internet), como *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e Google Acadêmico, bem como sites e artigos não anexados, nas línguas portuguesa e inglesa.

A pesquisa bibliográfica envolveu o contato com a produção bibliográfica na área da gestão da qualidade, técnicas e metodologias, possibilitando obter dados para apresentar as bases teóricas desta pesquisa a partir da literatura selecionada.

Foram empregados, para rastreamento das publicações, os seguintes descritores: qualidade; qualidade construtiva; não conformidades em projetos construtivos; melhoria contínua; Seis Sigma; metodologia DMAIC e metodologia DMAIC aplicada na construção civil.

Tomando como base a metodologia DMAIC, utilizamos suas ferramentas no desenvolver do trabalho, seguindo as seguintes etapas e suas ferramentas:

- Definir - Termo de abertura do projeto, Instrumento de coleta de dados, Mapeamento do processo - SIPOC, Árvore CTC;
- Medir - Registro das não conformidades (dados levantados);

- Analisar - Análise do processo para determinar as causas raiz dos problemas, gráfico de Ishikawa, árvore lógica definindo problemas críticos;
- Melhorar - Plano de ação;
- Controlar - Treinamento e acompanhamento do plano de ação.

Foram realizados mapeamento e trabalhos de campo entre os meses de janeiro/2019 a dezembro/2020, importantes para observar e coletar dados relevantes à pesquisa.

Para obtenção dos dados oficiais foram considerados os documentos disponibilizados pelas construtoras e pela Caixa Econômica Federal, órgão governamental financiador das obras. Informações que foram importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

O alcance descritivo, para esta pesquisa, foi definido com base nos processos relacionados à execução das obras dos residenciais citados, delimitando-se as questões centrais a serem objeto de investigação:

- Conhecer as causas-raiz dos problemas (não conformidades) identificados;
- Identificar as possíveis soluções para corrigir as não conformidades detectadas e evitar novas ocorrências assegurando a confiabilidade dos processos;
- Determinar quais os benefícios que podem ser alcançados com a correção ou eliminação das não conformidades nos processos.

Seguindo a abordagem e as etapas do DMAIC passou-se a construção do trabalho da seguinte forma:

### **3.2.1 - Definição do problema (*Define*)**

Seguindo a abordagem DMAIC, o primeiro passo da coleta de dados foi determinar o problema-raiz. Através de reunião, na forma de *brainstorming*, realizada com os engenheiros de dois projetos do Programa “Minha Casa, Minha Vida” no estado do Amazonas, pertinentes à construção do Residencial Parque Poranga II, em Itacoatiara, AM, e do Residencial Manacapuru, em Manacapuru, AM, foi feita uma análise crítica dos problemas registrados na fase de execução das obras, tendo por base as seguintes questões:

- A execução das obras atende a todas as especificações técnicas no momento da sua conclusão/entrega?

- Os processos estão sendo executados adequadamente desse ponto de vista da eficácia das ações?
- Existem variações nos resultados dos processos que denotam a necessidade de mudanças ou ações corretivas?

A partir destes questionamentos efetuamos o mapeamento inicial do processo através do SIPOC, e determinadas as não conformidades e os problemas mais críticos, com a ajuda dos engenheiros responsáveis pelas obras, foram definidos os processos a serem analisados relativos a essas não conformidades construtivas, levando em conta os seguintes aspectos:

- Quais são as do processo?
- Como as entradas do processo são transformadas em saídas? Definir em quatro ou mais passos no máximo.
- Quais são as entradas?
- Quais são os fornecedores?
- Quem são os clientes/destinatários finais.

Só é possível promover melhoria contínua analisando todos os fatores que compõem os seus processos. Muitas vezes, um problema identificado no final da linha de produção tem origem na primeira etapa do processo. É necessário conhecer bem o processo, entender as entradas, saídas e a ordem em que as coisas acontecem para atuar nos pontos falhos. A partir desse momento definimos os indicadores-chave para o monitoramento e análise dos processos, árvore CTC.

### **3.2.2 - Medir (*Measure*)**

Nessa fase, foram reunidos dados detalhados, para identificar a dimensão do problema, o que permitiria, posteriormente, realizar uma comparação direta do desempenho dos processos, antes e depois da implantação das melhorias.

Para esse propósito, foi realizado um *brainstorming*, no intuito de levantar as informações sobre os eventos de não-conformidade, com apoio dos engenheiros e de planilhas de dados obtidas dos relatórios de não-conformidade elaborados durante a execução dos projetos, o que possibilitou identificar os diferentes eventos caracterizando situações não compatíveis com os requisitos e especificações técnicas.

Desse modo foi possível determinar a quantidade (número de eventos registrados) e os tipos de inconformidades verificadas na execução dos projetos, obtendo-se a descrição dos tipos de ocorrências não-conformes e as suas respectivas quantidades em cada empreendimento, determinando assim sua frequência absoluta e sua frequência relativa.

### **3.2.3 - Análise (*Analyze*)**

Utilizando uma ferramenta de estratificação, foi possível quantificar e representar estatisticamente os eventos de não-conformidade na fase de execução dos projetos, e através do gráfico de Pareto foram delimitadas as causas mais importantes desses problemas de maneira a serem identificados os defeitos que mais contribuiram para o não atendimento às especificações técnicas e tinham maior impacto na qualidade construtiva.

Após o levantamento dos principais problemas, utilizando o diagrama de Ishikawa, foram delimitadas as causas e as suas repercussões. Por meio dessa ferramenta de análise, foram arroladas as prováveis causas de cada uma das não-conformidades mais recorrentes, possibilitando obter uma visualização rápida dos fatores e dos efeitos respectivos.

Definidos os vários problemas e seus efeitos nos processos, foi elaborada uma árvore lógica para delimitar os problemas mais críticos a serem corrigidos.

### **3.2.4 - Implementação das melhorias (*Improve*)**

Depois de identificados os problemas mais críticos, passou-se à elaboração de um plano de ação, 5W2H, para o detalhamento das medidas corretivas e o seu propósito (justificativa), tendo como finalidade eliminar as principais causas dos problemas relacionadas às não conformidades mais recorrentes, para alcance de um nível satisfatório de qualidade, compatível com os requisitos e especificações técnicas das construções.

Nesse caso, o foco não foi apenas a correção das não conformidades de maior impacto no processo construtivo, mas também a definição das ações corretivas, levando em conta que são medidas que não se confundem. A correção da não conformidade prioriza a não recorrência dos problemas.

Por conseguinte, uma vez identificadas as causas e efeitos das não conformidades, foram definidas as ações de correção da não conformidade, para viabilizar as mudanças

necessárias, não somente para a resolução dos problemas identificados, como também para evitar a sua repetição em novos projetos.

### **3.2.5 - Controle (*Control*)**

A definição de um plano de controle é essencial para verificar as várias medidas preventivas que ajudarão a alcançar o resultado desejado, isto é, a eliminação das não conformidades nos projetos e, também, em novos empreendimentos.

Para isso, elaboramos um plano de ação para o treinamento necessário, afinal, é necessário estabelecer quais os procedimentos, verificações ou atividades devem ser realizadas considerando-se as especificações e desempenho esperados dos processos.

Definidas as não conformidades mais frequentes ou de maior impacto nos projetos que foram objeto da pesquisa, foram estabelecidos critérios corretivos como resolução dos problemas identificados, para melhorar a qualidade da construção e assegurar o alinhamento dos processos e atividades relacionadas à execução dos projetos com as especificações e os requisitos técnicos.

Uma vez que as ações corretivas relativas aos empreendimentos sob análises constituem a fase final de intervenção nos elementos construtivos que já estavam em fase final para a entrega da obra, não foi possível estabelecer um controle estatístico para dar continuidade à análise dos resultados obtidos em termos de resultados envolvendo os mesmos problemas críticos que foram alvo das ações de melhorias.

Assim, neste tópico são descritos os instrumentos de controle que podem ser empregados em projetos futuros nos quais poder-se-á estabelecer critérios de controle em todas as fases das obras, visando evitar as mesmas não conformidades dos empreendimentos estudados, conforme apresentado na Figura 3.4.

<b>EMPREENDIMENTO</b>	<b>RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE</b>		
<b>Emitente:</b>		<b>RNC nº:</b>	<b>Data:</b>
<b>Origem</b>		<b>Reincidência</b>	<b>Tipo</b> <b>Requisito</b>
<input type="checkbox"/> Produto NC	<input type="checkbox"/> Fornecedor	<input type="checkbox"/> Interno	<input type="checkbox"/> AC      Norma:
<input type="checkbox"/> Auditoria Interna	<input type="checkbox"/> Auditoria Externa	<input type="checkbox"/> Cliente	<input type="checkbox"/> OM      Requisito:
Cliente:		Nº NF:	Nº RNC:
<b>Detalhamento da Não Conformidade</b>			
<b>Descrição</b>		<b>Abrangência</b>	
<b>Ação de Correção (Ação Imediata)</b>		<b>Data Impl.</b>	<b>Responsável</b>
<b>Análise de Causa Raiz (Por que ocorreu a não conformidade?)</b>			
1	Possíveis desvios no <b>processo ou no método</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
2	Possíveis desvios no <b>material utilizado</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
3	Possíveis desvios na <b>mão de obra</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
4	Possíveis desvios nas <b>máquinas ou ferramentas</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
5	Possíveis desvios na <b>medição</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
6	Possíveis desvios no <b>ambiente de trabalho</b> que causaram o problema	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	Quais:
<b>Ações Corretivas (Permanentes)</b>		<b>Riscos/ Oportunidades</b>	<b>Data Limite</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
<b>Documentos a Serem Revisados</b>			
<b>Documentos</b>		<b>Revisão Anterior</b>	<b>Revisão Atual</b>
			<b>Atualização Controle da Informação Documentada?</b>
1			<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
2			<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
3			<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
<b>Acompanhamento da Implementação</b>		<b>Responsável</b>	<b>Status</b>
1		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
2		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
3		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
4		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
5		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
6		0	<input type="checkbox"/> Ok <input type="checkbox"/> Não OK
<b>Verificação da Eficácia</b>			
<b>Responsável pela Verificação:</b>		<b>Data:</b>	<input type="checkbox"/> Eficaz
<b>Resposta ao Cliente:</b>			<input type="checkbox"/> Não Eficaz → Nova RNC:
			Revisão: xx Data: xx

Figura 3.4 - Instrumento de coleta de dados sobre não conformidades.  
Fonte: Programa Minha Casa, Minha Vida.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Capítulo 4 apresenta os resultados da pesquisa, a análise dos resultados obtidos com a aplicação do instrumento de coleta de dados perpassando por todas as fases do método DMAIC e as ferramentas da qualidade utilizadas conforme a metodologia apresentada nesta dissertação.

#### 4.1 - ESTUDO DE CASO: RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU

##### 4.1.1 - Fase definir (*Define*)

Seguindo a metodologia descrita, foi elaborado Termo de Abertura de Projeto dos Residencial Parque Poranga II e Residencial Manacapuru, onde foi estabelecido o macrograma, restrições ao projeto, com objetivos e metas pré-estabelecidas. É um acordo entre a equipe executora do projeto, o responsável pelas ações e os gestores da construtora. O objetivo é manter a equipe alinhada com o foco do projeto, formalizando as principais definições do trabalho através do cronograma. (Apêndice A).

O mapeamento inicial dos processos – SIPOC (Apêndice B), por sua vez, consistiu em esclarecer melhor as etapas do processo, já árvore CTC permitiu transformar as necessidades do cliente em indicadores do projeto de melhoria.

##### 4.1.1.1 - Mapeamento SIPOC

Definidos os processos a serem analisados e respondidas as questões no que tange as não conformidades, passou as seguintes questões:

- Quais são as saídas do processo?
- Como as entradas do processo são transformadas em saídas?
- Quais são as entradas?
- Quais são os fornecedores?
- Quem são os clientes/destinatários finais.

Só é possível promover melhoria contínua analisando todos os fatores que compõem os seus processos. Muitas vezes, um problema identificado no final da linha de produção tem origem na primeira etapa do processo. É necessário conhecer bem o processo, entender as entradas, saídas e a ordem em que as coisas acontecem para atuar nos pontos falhos.

Partindo dessas questões-chave, e com base nos dados levantados, foi elaborado o mapeamento inicial dos processos (SIPOC) para cada item construtivo relacionado a uma das não conformidades consideradas mais críticas, descritos nas planilhas. Em cada diagrama, são descritas as macros etapas do processo, os fornecedores internos e externos das entradas, a saída e o cliente atendido. (Apêndice B).

#### 4.1.1.2 - Voice of Customer – Árvore CTC

Utilizando a Árvore CTC, foi definido como transformar o que o cliente necessita em indicadores do Projeto de Melhorias, possibilitando definir os indicadores-chave para o monitoramento e a análise dos processos, conforme apresentado na Figura 4.1.

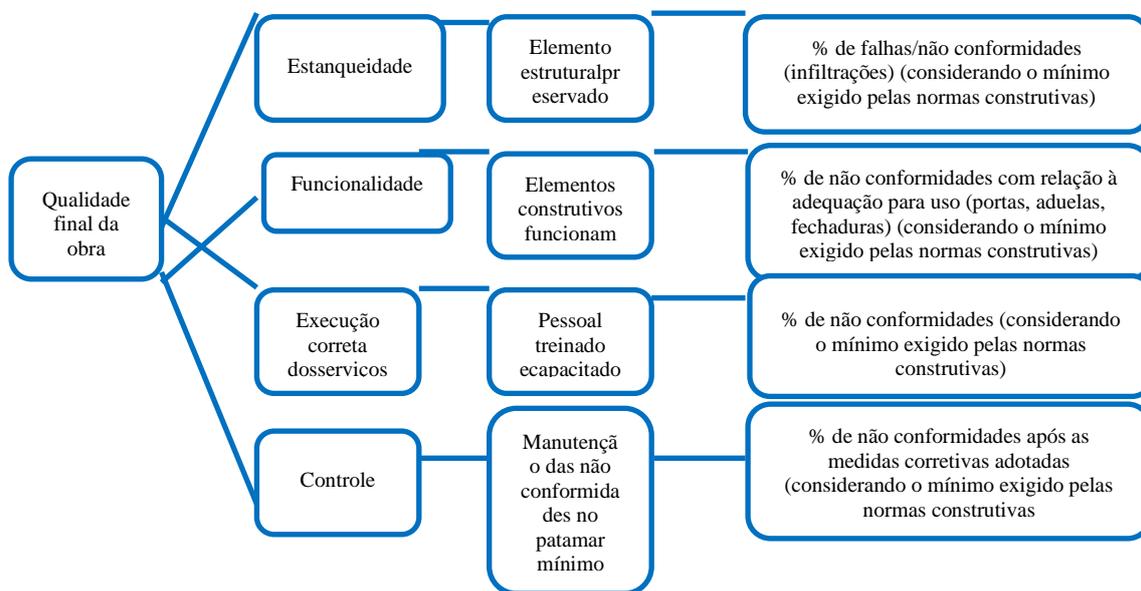


Figura 4.1 - Árvore CTC. Apresentando os indicadores para avaliar os direcionadores das necessidades dos clientes.

A Figura 4.1 apresenta as medidas adotadas para a correção das não conformidades, a partir da qualidade final da obra. Foi apresentado a estanqueidade como elementos construtivos preservados, além do % de falhas/não conformidades (infiltrações), considerando o mínimo exigido pelas normas. Foram analisadas as

funcionalidades, a execução corretas dos serviços e o controle, observando a necessidade de treinamento do pessoal envolvido no processo e considerando o % de não conformidades, após as medidas corretivas adotadas, considerando o mínimo exigido pelas normas construtivas. Dessa forma, é possível implementar as correções e as melhorias na execução do processo.

## 4.2 - ESTUDO DE CASO 1 – RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II

### 4.2.1 - Fase medir (*Measure*)

O acesso aos registros fornecidos pelos engenheiros do Residencial Parque Poranga II, permitiu determinar o tipo e quantidade de não conformidades registradas na execução do projeto.

Entre as não conformidades encontradas na fase de execução do Residencial Parque Poranga, destaca-se as que possuem maior quantitativo de ocorrências, como as telhas soltas e fissuras com 54 ocorrências de não conformidade, o deslocamento de cerâmica por conta da argamassa com 32 ocorrências e a infiltração por conta de má execução na tubulação ou trincas com 25 ocorrências, sendo de 189 o total geral de ocorrências por não conformidade no processo.

O Instrumento de coleta de dados com os principais itens de não conformidade registradas na fase de execução do projeto Parque Poranga II, estão descritos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Não conformidades registradas na fase de execução do projeto do Residencial Parque Poranga II.

<b>Não conformidades na fase de execução dos projetos e execução</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa %</b>
Total de Não Conformidades Registradas	189	100
Telhas soltas e fissuradas	54	29,00
Deslocamento de cerâmica por conta da argamassa	32	17,00
Infiltrações por conta de má execução na tubulação ou trincas	25	13,50
Pisos trincados, manchados	19	10,50
Trincas e fissuras nas paredes	18	9,89
Contra piso e cerâmica - caimento com queda fora do ralo	13	6,88

Forros de PVC	12	6,35
Portas, aduelas e fechaduras	8	4,23
Pintura - empolamentos, descascamento ou alteração de cor	5	2,65
Ensaio de graute, argamassa e prismas não-conformes com os lotes	NA	NA
Compressão do concreto não atingiu a resistência mínima 28 dias	NA	NA
Impermeabilização do WC	NA	NA
Sistema de aquecimento solar	NA	NA
Instalações embutidas e vedações	NA	NA

#### 4.2.2 - Fase analisar (*Analyze*)

Uma vez levantadas as não conformidades e a quantidade de eventos (número de ocorrências) na execução do projeto, é necessário que se faça a mensuração do impacto dos dados sobre o todo, dessa forma foi elaborado o gráfico de Pareto para delimitar as frequências das ocorrências em ordem decrescente, bem como identificar os problemas mais críticos no processo construtivo que deveriam ser atacados prioritariamente em razão do maior impacto nos resultados de execução do projeto em termos de custos, tempo e retrabalho. No caso in concreto, apesar da regra de Pareto ter por princípio 80/20, ou seja, 80% dos erros vem de 20% dos itens, em razão da grande pulverização das não conformidades, foi priorizado o número máximo possível de tratamento e que gerasse um forte impacto no resultado, portanto Telhas soltas ou fissuradas; Desplacamento da cerâmica; Infiltrações, foram os três problemas mais frequentes na execução do projeto do Residencial Parque Poranga II e correspondem a 58,72% do total de não conformidades, por isso foram priorizados, conforme apresentado na Figura 4.2.

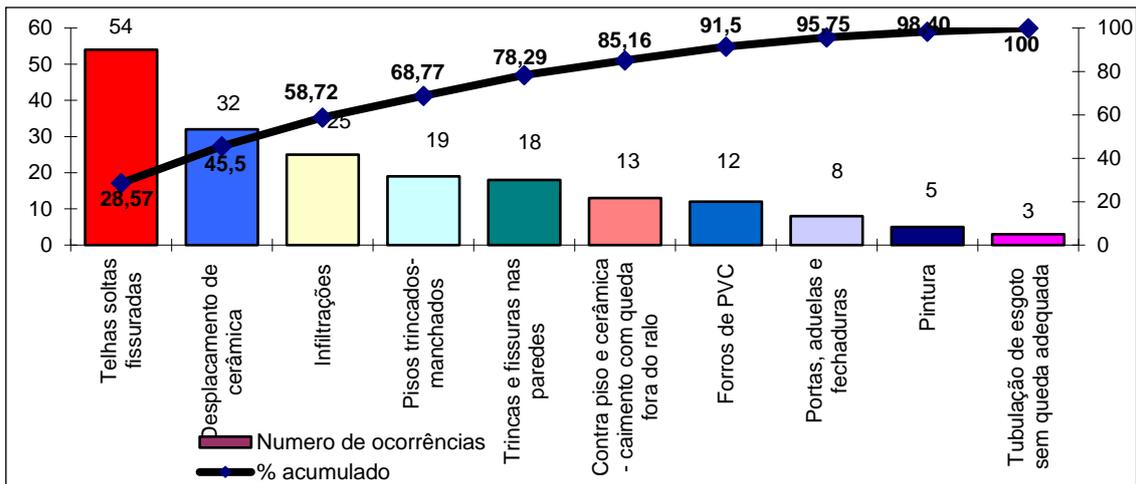


Figura 4.2 - Gráfico de Pareto – Não conformidades mais frequentes registradas na execução das obras do Residencial Parque Poranga II.

Na Figura 4.2 é possível visualizar de forma clara as não conformidades que tiveram a maior quantidade de ocorrências, demonstrando assim a necessidade de correção nessas etapas.

Ainda com base nos dados levantados das não conformidades no Residencial Parque Poranga II em Itacoatiara, elaborou-se a carta NP de ocorrência, conforme apresentado na Figura 4.3.

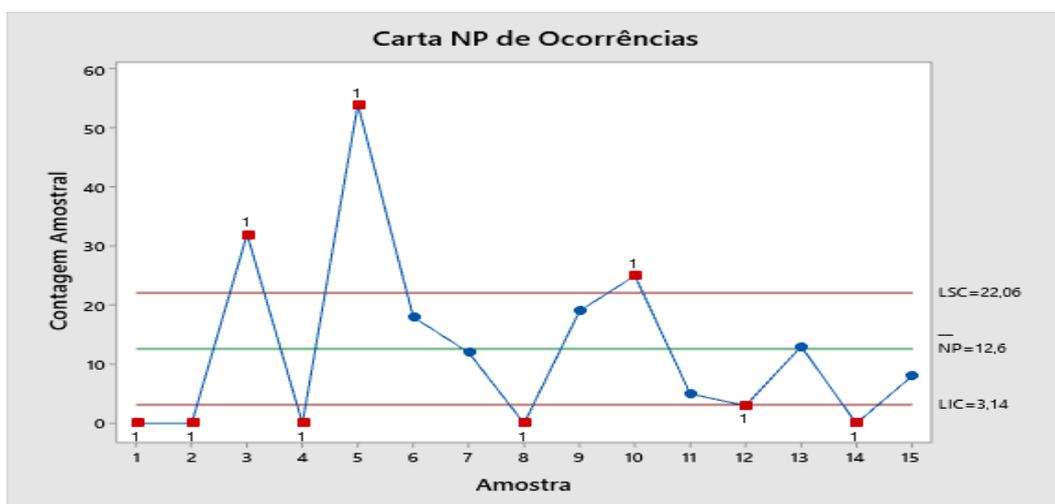


Figura 4.3 - Carta NP de ocorrências das não conformidades registradas na execução das obras do Residencial Parque Poranga II.

Na Figura 4.3 é possível observar os resultados do teste para a carta NP de ocorrências. O teste apresenta falhas nos pontos 1;2;3;4;5;8;10;12 e 14.

Essa carta foi utilizada a fim de saber o número de itens não-conformes, ao invés de conhecer a proporção de itens defeituosos. Ela demonstra de forma transparente a

variabilidade do processo, tornando visíveis os pontos que precisam ser tratados com prioridade. A visualização do resultado da carta NP corrobora e valida os resultados do Pareto, tornando mais claro ainda os itens que devem ser imediatamente trabalhados.

A partir da validação, por ferramentas de medição citadas acima, dos eventos de maior frequência de não conformidade a serem prioritariamente atacados, passou-se à análise, utilizando a ferramenta de estratificação, para determinar as causas das falhas ou erros de execução do processo construtivo e seus efeitos, e as variáveis a serem consideradas para a qualidade e o alinhamento do processo, às especificações técnicas dos projetos Residencial Parque Poranga II para as não conformidades de telhas soltas ou fissuradas, conforme apresentado na Figura 4.4.



Figura 4.4 - Ishikawa para telhas soltas ou fissuradas.

A Figura 4.4 apresenta o gráfico de Ishikawa para a não conformidades das telhas soltas ou fissuradas quanto ao material, pessoal, ambiente, métodos e máquinas.

O gráfico de Ishikawa também foi utilizado para análise da não conformidade do deslocamento da cerâmica quanto ao material utilizado, quanto ao pessoal envolvido no processo. Ao ambiente, aos métodos e as máquinas. Várias não conformidades podem ser observadas no gráfico, possibilitando a correção no processo de execução da obra do Residencial Parque Poranga II de Itacoatiara no Amazonas. Conforme apresentado na Figura 4.5.

A Figura 4.5 apresenta o gráfico de Ishikawa para a não conformidade do deslocamento da cerâmica quanto ao material utilizado como a água em excesso na mistura colante. Apresenta ainda as falhas no assentamento, erros na especificação, entre outros, possibilitando as correções necessárias para a qualidade na execução do processo.

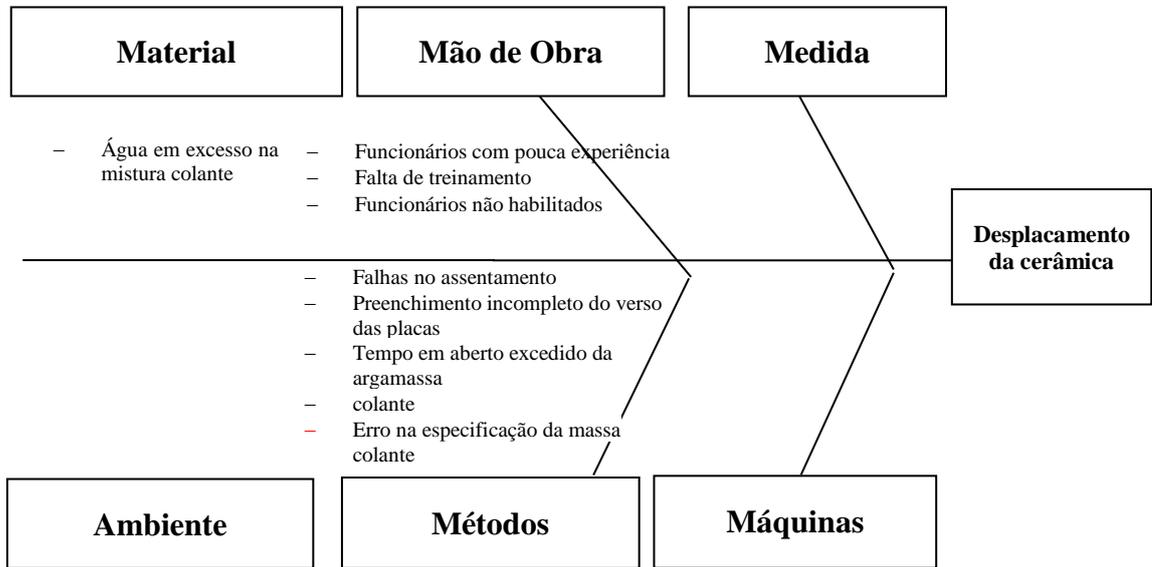


Figura 4.5 - Ishikawa para deslocamento da cerâmica.

As não conformidades das infiltrações podem ser observadas no gráfico de Ishikawa, possibilitando a correção no processo de execução da obra do Residencial Parque Poranga II no município de Itacoatiara no Estado do Amazonas, conforme apresentado na Figura 4.6.

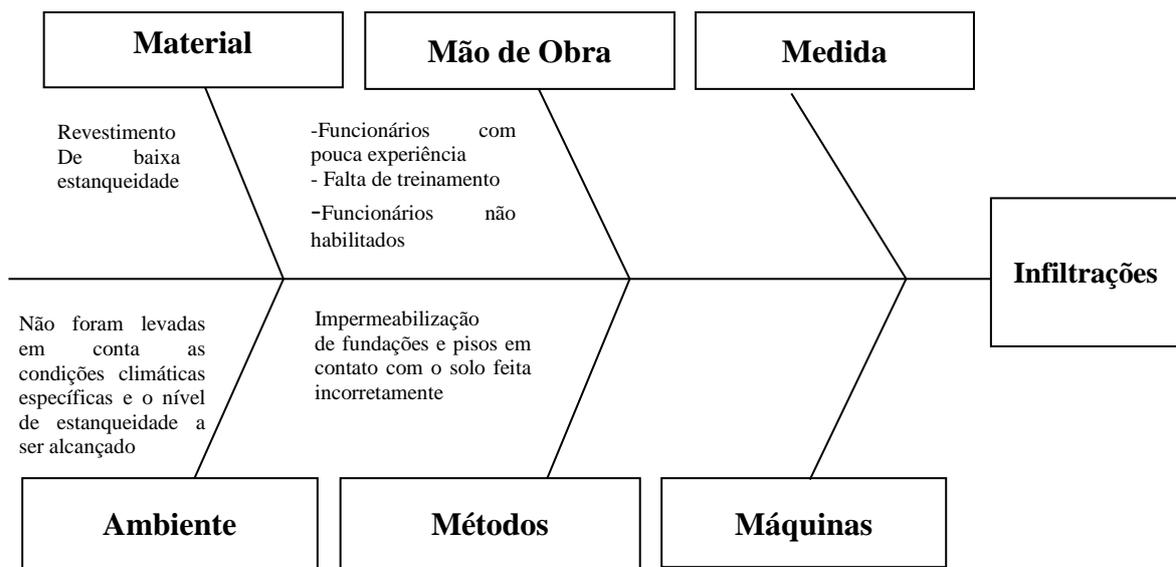


Figura 4.6 - Ishikawa para infiltrações.

A análise das infiltrações pelo método de Ishikawa, apresenta como uma das não conformidades do material o revestimento de baixa estanqueidade e as condições climáticas específicas, levando em consideração o nível de estanqueidade a ser alcançado.

A análise do gráfico de Ishikawa apresenta ainda que os funcionários possuem pouca experiência, não possuem nenhum tipo de treinamento e nem habilidades para a execução dos trabalhos, além de que a impermeabilização de fundações e pisos em contato com o solo, foram feitas de forma incorreta. As análises das infiltrações, levou em consideração o material utilizado, o pessoal envolvido no processo e suas deficiências. Analisando ainda, o ambiente, os métodos e as máquinas.

A análise das infiltrações pelo método de Ishikawa, apresenta como uma das não conformidades do material o revestimento de baixa estanqueidade e as condições climáticas específicas, levando em consideração o nível de estanqueidade a ser alcançado.

#### 4.3 - ESTUDO DE CASO 2 – RESIDENCIAL MANACAPURU

Nos registros fornecidos pelos engenheiros do Residencial Manacapuru, localizado no município de Manacapuru no Estado do Amazonas, foi possível visualizar e determinar as não conformidades ocorridas e registradas durante a execução do processo.

##### 4.3.1 - Fase medir (*Measure*)

Entre as não conformidades encontradas na fase de execução do Residencial Manacapuru, destacamos as que possuem maior quantitativo de ocorrências, como as telhas soltas e fissuras com 39 ocorrências de não conformidade, as infiltrações por conta de má execução na tubulação ou trincas com 26 ocorrências e não conformidade nas portas, aduelas e fechaduras com 31 não conformidades. Totalizando 182 não conformidades encontradas na execução do processo. Levando-se em consideração as demais não conformidades descritas, conforme apresentado na Tabela 4.2, onde consta NA significa que não houve nenhuma não conformidade quanto ao item.

Tabela 4.2 - Não conformidades registradas na fase de execução do projeto do Residencial Manacapuru.

<b>Não conformidades na fase de execução dos projetos e execução</b>	<b>Frequência Absoluta</b>	<b>Frequência Relativa %</b>
Total de Não Conformidades Registradas	182	100
Telhas soltas e fissuradas	39	21,43
Portas, aduelas e fechaduras	31	17,03
Infiltrações por conta de má execução na tubulação ou trincas	26	14,29
Contra piso e cerâmica - caimento com queda fora do ralo	21	11,54
Pisos trincados, manchados	18	9,89
Deslocamento de cerâmica por conta da argamassa	14	7,69
Instalações embutidas e vedações	13	7,14
Trincas e fissuras nas paredes	9	4,95
Sistema de aquecimento solar	5	2,75
Tubulação de esgoto sem queda adequada	4	2,20
Pintura - empolamentos, descascamento ou alteração de cor	2	1,10
Ensaio de graute, argamassa e prismas não-conformes com os lotes	NA	NA
Impermeabilização do wc	NA	NA
Compressão do concreto não atingiu a resistência mínima 28 dias	NA	NA
Forros de PVC	NA	NA

Levantadas as não conformidades e a quantidade de ocorrências na execução do processo de construção do Residencial Manacapuru, é necessário que se faça a mensuração dos dados, dessa forma foi elaborado o gráfico de Pareto para delimitar as frequências das ocorrências em ordem decrescente, bem como identificar os problemas mais críticos no processo construtivo que deveriam ser atacados prioritariamente em razão do maior impacto nos resultados de execução do projeto em termos de custos, tempo e retrabalho.

#### **4.3.2 - Fase analisar (*Analyze*)**

Como já explicado anteriormente, não se seguiu o princípio do 80/20 em razão da pulverização dos resultados e da necessidade de priorizar um número menor de itens, a

fim de alcançar o maior resultado no menor tempo possível. Prioridade é saber diferenciar entre o urgente e o importante.

Constatou-se que as não conformidades do Residencial Manacapuru foram telhas soltas ou fissuradas; Portas, aduelas e fechaduras e as Infiltrações. Apresentando uma não conformidade diferente das levantadas no Residencial Parque Poranga II. Além de algumas não conformidades diferentes entre os dois residenciais, o percentual também difere entre si. Enquanto o residencial Parque Poranga II que apresenta um percentual de 58,72% do total de não conformidades, o residencial Manacapuru apresenta um percentual de 52,73%. É cristalino que esse percentual não é considerado adequado para aceitação das não conformidades, uma vez que no projeto original, considera-se como satisfatório o percentual de até 10% de não conformidades. No Parque Poranga 58,72% do resultado estava em 30% das ocorrências. E havia a necessidade de concentrar esforços num número menor de ocorrência (30%), a fim de maximizar o resultado. No residencial Manacapuru, concentrando as energias em 27% das ocorrências, resolveriam 52,73% das não conformidades.

As não conformidades do Residencial Manacapuru estão apresentadas nos dados, conforme apresentado na Figura 4.7.

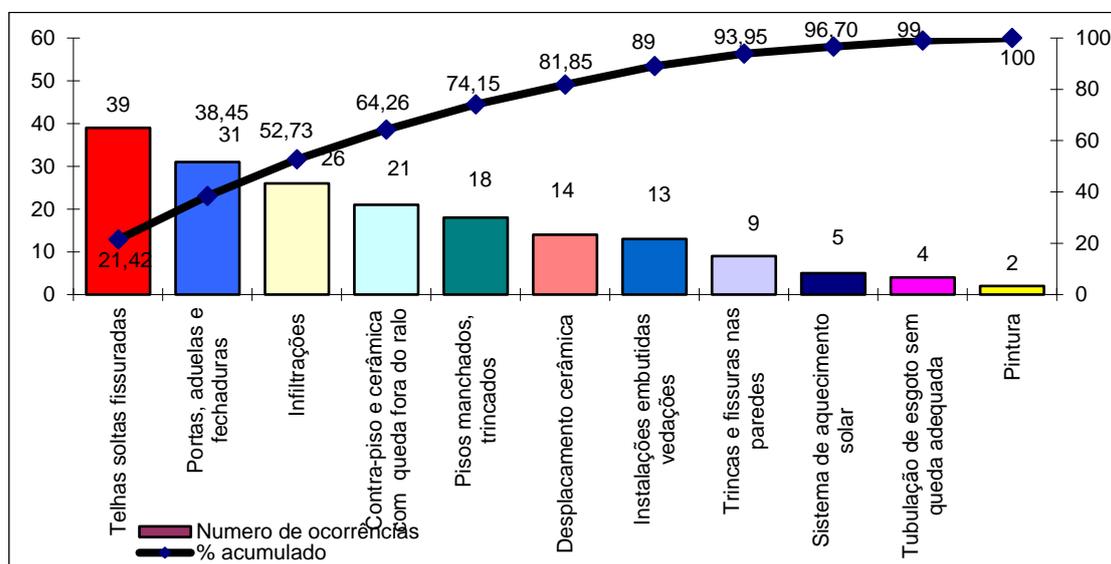


Figura 4.7 - Gráfico de Pareto – Não conformidades mais frequentes registradas na execução das obras do Residencial Manacapuru.

Na Figura 4.7 é possível visualizar de forma clara as não conformidades do Residencial Manacapuru que tiveram a maior quantidade de ocorrências, demonstrando assim a necessidade de correção nessas etapas.

Ainda com base nos dados levantados das não conformidades no Residencial Manacapuru no município de Manacapuru, no Estado do Amazonas, elaborou-se a carta NP de ocorrência, conforme apresentado na Figura 4.8.

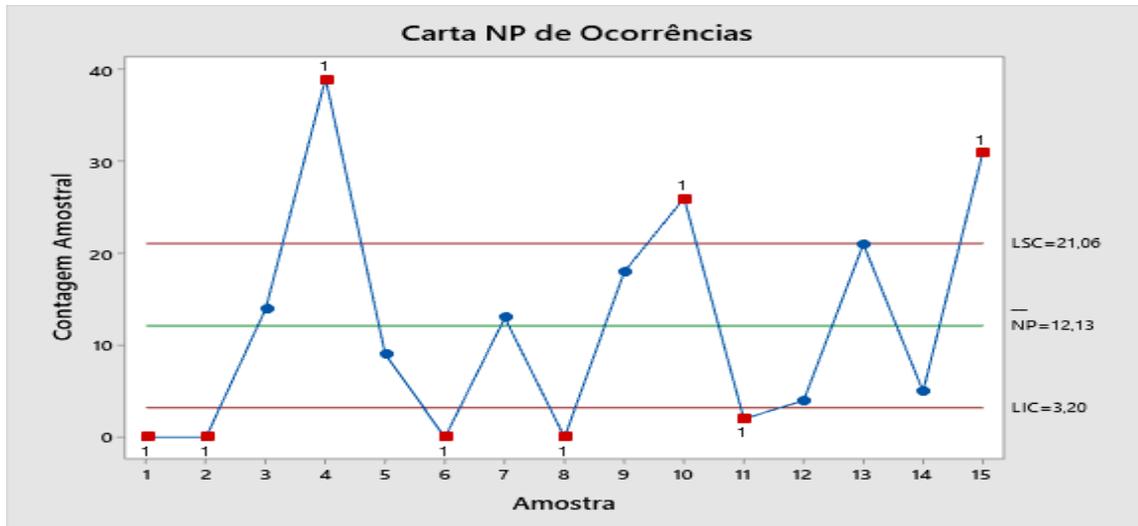


Figura 4.8 - Carta NP de ocorrências das não conformidades registradas na execução das obras do Residencial Manacapuru.

Na Figura 4.8 é possível observar os resultados do teste para a carta NP de ocorrências. O teste apresenta falhas nos pontos 1;2;4;6;8;10;11 e 15.

O gráfico acima foi utilizado para monitorar a variação do processo, identificando as causas comuns (intrínsecas ao processo) e especiais (aleatórias).

As causas comuns estão relacionadas ao funcionamento do próprio sistema (ex.: projeto e equipamentos).

Por sua vez, as causas especiais, que são objeto de nossa maior análise, refletem ocorrências fora dos limites de controle (ex.: falha humana e matéria prima não conforme).

A variabilidade do processo está demonstrada em uma simples análise da carta NP, esses pontos fora dos limites inferior e superior, que são os mesmos com maior incidência no gráfico de Pareto, precisam ser tratados com prioridade.

Com foco nos eventos de maior frequência de não conformidade a serem prioritariamente atacados, passou-se à análise, utilizando a ferramenta de estratificação, para determinar as causas das falhas ou erros de execução do processo construtivo e seus efeitos, e as variáveis a serem consideradas para a qualidade e o alinhamento do processo, às especificações técnicas dos processos do Residencial Manacapuru para as não conformidades de telhas soltas ou fissuradas, conforme apresentado na Figura 4.9.

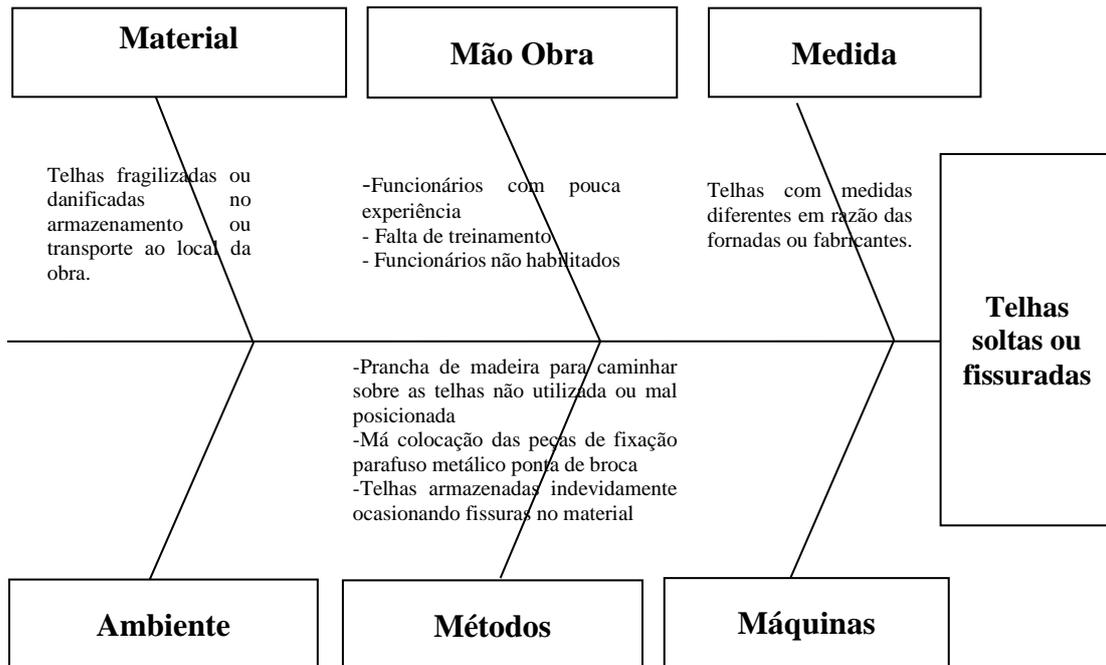


Figura 4.9 - Ishikawa para telhas soltas ou fissuradas do Residencial Manacapuru.

A Figura 4.9 apresenta o gráfico de Ishikawa para a não conformidade das telhas soltas ou fissuradas quanto ao material, pessoal, ambiente, métodos e máquinas.

O gráfico de Ishikawa também foi utilizado para análise da não conformidade do Portas, aduelas e fechaduras que não funcionam corretamente quanto ao material utilizado, quanto ao pessoal envolvido no processo, ao ambiente, aos métodos e as máquinas. Várias não conformidades podem ser observadas no gráfico, possibilitando a correção no processo de execução da obra do Residencial Manacapuru, conforme apresentado na Figura 4.10.

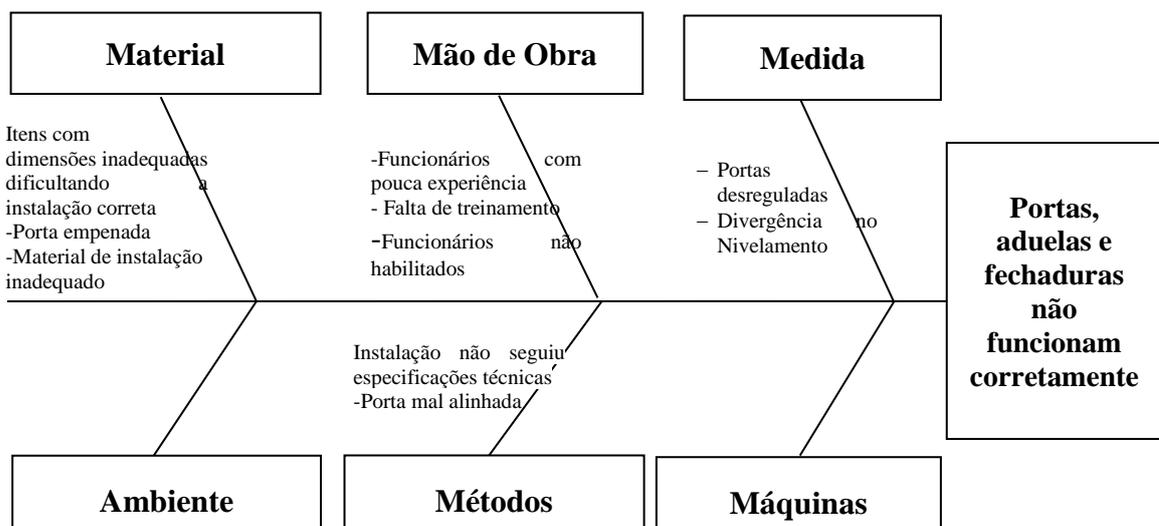


Figura 4.10 - Ishikawa para portas, aduelas e fechaduras do Residencial Manacapuru.

A Figura 4.14 apresenta o gráfico de Ishikawa para a não conformidade de portas, aduelas e fechaduras que não funcionam corretamente. Quanto ao material apresenta não conformidades nas dimensões que são inadequadas, porta empenada e material de instalação inadequado. Quanto aos métodos apresenta não conformidades na instalação das portas que não seguiram as especificações técnicas.

O gráfico apresenta ainda que, os funcionários que trabalham na obra possuem pouca experiência, não possuem nenhum tipo de treinamento e não são habilitados para o desenvolvimento de qualidade na execução da obra.

A análise das infiltrações pelo método de Ishikawa, apresentam as mesmas não conformidades detectadas no processo de construção do residencial Parque Poranga II, tais como revestimento de baixa estanqueidade, as condições climáticas específicas, levando em consideração o nível de estanqueidade a ser alcançado.

Levou-se em consideração o material utilizado, o pessoal envolvido no processo e suas deficiências. Analisando ainda, o ambiente, os métodos e as máquinas.

As não conformidades das infiltrações podem ser observadas no gráfico de Ishikawa, possibilitando a correção no processo de execução da obra do Residencial Manacapuru no município de Manacapuru no Estado do Amazonas, conforme apresentado na Figura 4.11.

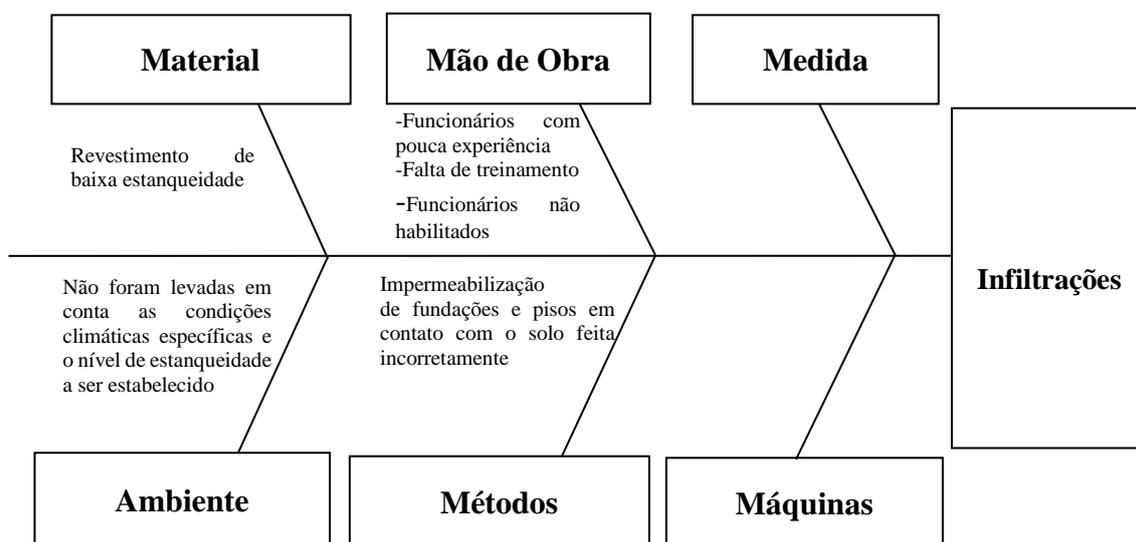


Figura 4.11 - Ishikawa para infiltrações do Residencial Manacapuru.

A Figura 4.11 apresenta o gráfico de Ishikawa para as não conformidades das infiltrações no processo de construção do Residencial Manacapuru.

### 4.3.3 - Implementação das melhorias (Ações corretivas)

Os diagramas de causa e efeito do Residencial Parque Poranga II e Residencial Manacapuru, evidenciaram que o fator humano (pessoal), materiais e métodos inadequados eram as causas principais (causas-raiz) das não conformidades. A partir dessa constatação, foi elaborada uma árvore lógica para delimitar as correções aplicáveis, conforme apresentado na Figura 4.12.

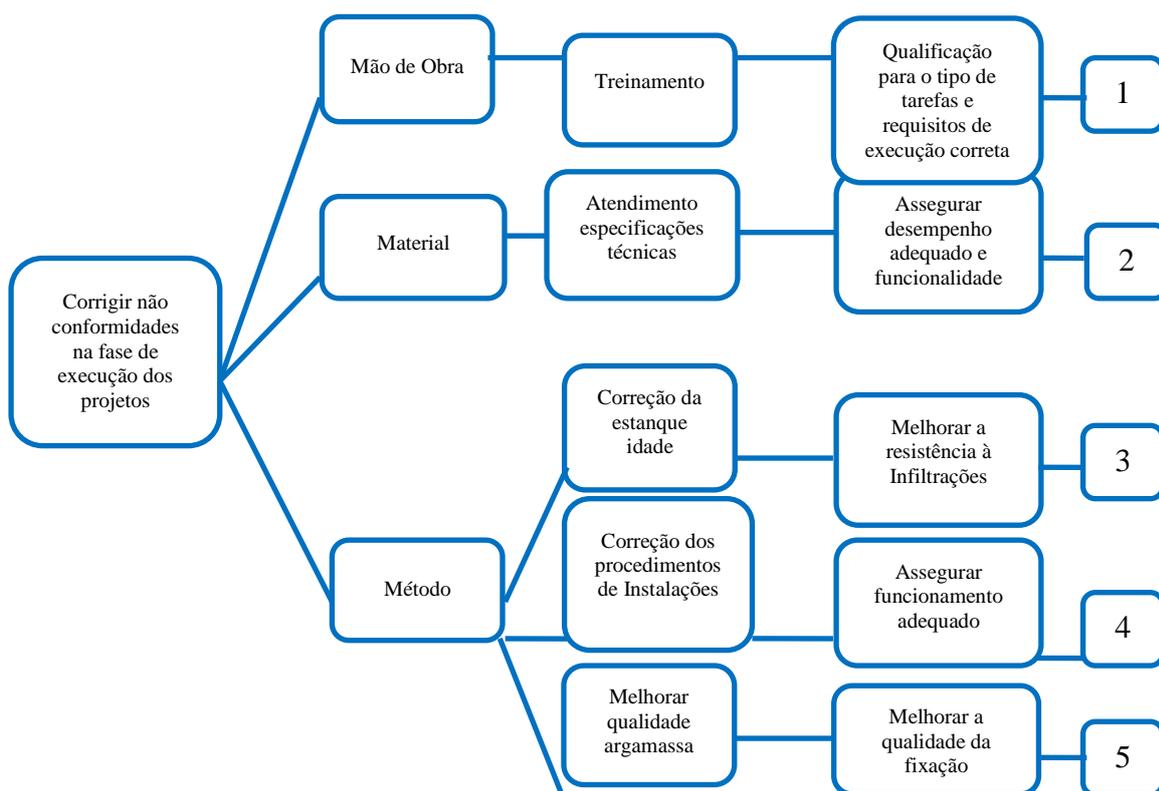


Figura 4.12 - Árvore lógica definindo os problemas críticos a serem corrigidos na execução do Projeto – Residencial Parque Poranga II.

A Figura 4.12 apresenta a correção das não conformidades na fase de execução dos projetos. A partir da análise preliminar realizada por meio da árvore lógica, foram elaborados os planos de ação, para o maior detalhamento das medidas corretivas e delimitação dos seus propósitos (justificativas), possibilitando intervir sobre as causas dos problemas críticos (não conformidades mais recorrentes em cada Projeto), na busca de um nível de qualidade compatível com os requisitos e as especificações técnicas.

#### 4.3.4 - Fase melhorar (*Improve*)

Elaborou-se uma matriz de priorização para tratar os processos por ordem de importância, conforme Tabela 4.3 em que os problemas prioritários encontrados, foram: Telhas soltas e fissuradas, deslocamento da cerâmica por conta da argamassa e infiltrações.

Tabela 4.3 - Matriz GUT de prioridades.

<b>Processos identificados</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Urgência</b>	<b>Tendência</b>	<b>GUT</b>	<b>Ordem calculada</b>
Telhas soltas e fissuradas	5	5	5	125	1
Deslocamento da cerâmica por conta da argamassa	5	5	4	100	2
Portas aduelas e fechaduras	4	4	4	64	3
Infiltrações	5	4	3	60	4
Contrapiso e cerâmica	3	3	2	18	5
Pisos trincados, manchados	2	2	2	8	6
Tenicas e fissuras na parede	2	2	1	4	7

Fonte: Adaptado FAVERI (2016).

Conhecendo os problemas de não conformidades mais críticos dos empreendimentos pesquisados, foi definido o projeto e o plano de melhorias nos processos, objetivando sanar as deficiências, estabelecendo metas, critérios, cronogramas e mudanças de execução das ações corretivas, servindo como instrumento de orientação para a execução das ações de melhorias necessárias.

Com relação às não conformidades identificadas como mais frequentes ou de maior impacto nos projetos em análise em termos de necessidade de retrabalho (infiltrações; portas, aduelas e fechaduras não funcionam corretamente, e deslocamento da cerâmica), constatou-se a necessidade de estabelecer critérios corretivos com foco em três elementos-chave dos processos: recursos humanos, materiais e métodos.

Considerando o fator humano uma causa-raiz dos problemas, foi definido um período de treinamento para rever procedimentos considerando as normas técnicas descritas no Plano de Ação (Apêndice C).

A instrução dos treinados foi realizada no próprio local de trabalho, o que facilitou o aprendizado, pois o instruído se sente mais seguro e disposto a aprender. A aprendizagem foi absolutamente vivencial e permitiu a integração entre teoria e prática.

O treinamento foi feito por um engenheiro auxiliado por um supervisor, sendo revistos os procedimentos ao serem cotejadas as não conformidades registradas.

Foram elaboradas instruções de trabalho passo-a-passo detalhando informações sobre os procedimentos com registro dos funcionários treinados, início e término do treinamento, com identificação da qualificação de cada trabalhador, conforme Tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Registro de funcionários treinados.

<b>O QUE</b>	<b>PORQUE</b>	<b>QUEM</b>	<b>ONDE</b>	<b>QUANDO</b>	<b>COMO</b>	<b>QUANTO</b>
Registro dos funcionários treinados	Para identificar a qualificação de cada trabalhador	Engenheiro e Supervisores	Na sede da Empresa	5 dias	Através de Relação de presença com assinatura dos funcionários treinados e carga horária	Não serão informados devido à solicitação da empresa

O treinamento focou os pontos críticos e os métodos corretos para a adequação dos procedimentos aos requisitos e normas técnicas sobre a qualidade construtiva, tendo como objetivos:

- Desenvolver habilidades e conhecimento ao funcionário sobre metodologia ou procedimento operacional conforme;
- Reduzir índices de não conformidades por responsabilidade dos executores diretos dos serviços no canteiro de obras.

O treinamento foi construído conforme plano de ação abaixo:

### 4.3.5 - Plano de ação – Treinamento (5W2H)

Tabela 4.5 - Plano de ação.

		5W			2H	
O que	Por que	Quem	Onde	Quando	Como	Quanto
Ação problema, desafio	Justificativa explicação, motivo	Responsável	Local	Prazo, cronograma	Procedimento, etapas	Custo, desembolsos
<b>Definição do plano de ação para os treinamentos</b>	Para solicitar a direção e gerencia a aprovação	Engenheiro da Obra	Na sede da Empresa	3 dias	Requisições de treinamento	Não serão informados devido à solicitação da empresa
<b>Levantamento das Necessidades de Treinamentos</b>	Para assegurar um processo de aprendizagem contínua alinhado as normas de qualidade adotadas pela Construtora	RH	Na sede da Empresa e nas Obras	5 dias	O RH encaminha solicitação de necessidade de Treinamento aos Engenheiros e Supervisores das Obras	Não serão informados devido à solicitação da empresa
<b>Rever os procedimentos registrados como não conformidades</b>	Para correção dos problemas diagnósticos	Engenheiro e supervisores	Canteiro da obra	15 dias		Não serão informados devido à solicitação da empresa
<b>Registro dos funcionários treinados</b>	Para identificar a qualificação de cada trabalhador	Engenheiro e Supervisores	Na sede da Empresa	5 dias	Através de Relação de presença com assinatura dos funcionários treinados e carga horária	Não serão informados devido à solicitação da empresa

Após o término do treinamento, cada participante preencheu formulário no verso da instrução indicando início e término do treinamento, nome completo do treinando, contendo o documento um número de registro para controle interno de documentação. (Apêndice A).

### 4.3.6 - Fase controlar (*Control*)

A definição de um plano de controle é essencial para verificar as várias medidas preventivas que ajudarão a alcançar o resultado desejado, isto é, a eliminação das não conformidades nos projetos descritos e, também, em novos empreendimentos.

Para isso, devem ser determinados os procedimentos, verificações ou atividades a serem realizados com base nas especificações técnicas e no desempenho esperado no que tange à qualidade construtiva.

Finalizado o treinamento, o setor de engenharia deverá monitorar diariamente, por meio de auditoria registrada em *checklist*, conforme Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Procedimento operacional padrão.

POP- PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO			
Processo	Identificação	Versão	Folha
<b>CHEKLIST DE VERIFICAÇÃO DO TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS</b>	POP 01	01	1/3
<b>OBJETIVO</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>DE RESPONSABILIDADES</b>	
Monitorar a eficácia dos treinamentos aplicados Padronizar o acompanhamento com base nas competências para cada função Fornecer treinamento adequado para completar as competências exigidas para a função	NBR ISO 9001:2008 e PBQP-H SiAC Nível A; NBR 7196/2020, NBR 15575, NBR 14913/2011 Plano de Ação Treinamento. Manual de Descrição de Cargos – MDC	<b>Diretoria Administrativa / Financeira</b>  Avaliar a evolução da qualificação dos colaboradores e a eficácia do controle do treinamento. Aprovar treinamentos e parcerias externas que forem julgados procedentes; Mobilizar os recursos necessários para a realização dos treinamentos aprovados, assegurando sua qualidade.  <b>Engenheiro ou responsável do setor</b>  Detectar a necessidade de treinamento em seu departamento ou setor; Requisitar junto ao DP a realização de treinamentos externos; Designar um funcionário capacitado para ministrar os treinamentos práticos quando for o caso; Avaliação da Eficácia dos Treinamentos; Realizar avaliação de desempenho dos funcionários após capacitação.	

---

**Setor de Pessoal**

Identificar as competências necessárias para cada função;  
Controlar os registros de treinamento e manter as fichas de admissões dos funcionários atualizados.

---

Processo	Identificação	Versão	Folha
<b>CHEKLIST DE VERIFICAÇÃO DO TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS</b>	POP 01	01	2 de 3

---

<b>PROCEDIMENT O</b>	<b>CONTROLE DOS RESULTADOS DO TREINAMENTO</b>	<b>AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS TREINAMENTOS E REGISTROS DE COMPETÊNCIA</b>	<b>FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS</b>
----------------------	---	--	---

---

Utilizar manual de descrição de cargos – MDC	Comprovar as habilidades e conhecimentos adquiridos pelo colaborador	FORM. 07 – LPT – Lista de presença em treinamento;
Plano de ação de treinamentos	Informar ao DEPTO PESSOAL	FORM. 12 – FVS – Ficha de Verificação de Serviço
Levantamento das necessidades de treinamento	Registrar em formulário próprio de avaliação do funcionário	FORM. 11 – RT – Requisição de treinamento;
	Acompanhamento da eficácia do treinamento deverá levar em consideração os seguintes aspectos:	FORM. 14 – ADFO - Avaliação de desempenho dos funcionários da obra;
	Desempenho dos funcionários em relação às suas funções;	FORM. 16 – Solicitação de classificação dos colaboradores.
	Resultados de inspeções e ensaios;	
	Necessidade de implantação de melhorias;	
	Reclamações de clientes;	
	Requisitos mínimos para exercer o cargo (identificado no Manual de descrição de cargos - MDC);	
	Verificação da adequação do	

---

---

serviço/atividade às especificações técnicas constantes na documentação da qualidade construtiva;  
Checagem sobre uso e condições dos equipamentos de proteção exigidos e do ferramental adequado;  
Registro na ficha funcional do colaborador.

---

Os treinamentos realizados com base nas RT's devem ser avaliados pelo responsável do setor, no período identificado no próprio formulário. Após esta análise, deve registrar a avaliação no campo 5 da RT, encerrá-la e enviá-la ao Setor de Pessoal para arquivá-la. Caso seja verificado que o treinamento não foi eficaz, tomar as ações devidas, como por exemplo a solicitação de um novo treinamento ou o reposicionamento do funcionário tendo como base suas reais competências. O responsável pelo Setor de Pessoal receberá o registro (cópia de certificados, diplomas e outros) para arquivamento nas pastas dos colaboradores para posterior comprovação de competência dos funcionários.

Os treinamentos internos serão avaliados pelo Engenheiro ou responsável do setor até um mês após a sua realização, que registrará em um campo específico na própria LPT – Lista de Presença em Treinamento. A eficácia do treinamento também poderá ser verificada através do acompanhamento das atividades do profissional (por exemplo, a partir das FVS). Verificando-se que o treinamento não foi eficaz, tomar as ações devidas, como por exemplo programar um novo treinamento ou o reposicionamento do funcionário tendo como base suas reais competências. O responsável pelo Setor de Pessoal receberá do instrutor registro da lista de presença em treinamento para arquivamento no departamento para posterior comprovação de competência do colaborador.

---

Processo	Identificação	Versão	Folha
<b>CHEKLIST DE VERIFICAÇÃO DO TREINAMENTO DE FUNCIONÁRIOS</b>	POP 01	01	3 de 3

---

Elaborado por: Alderglan Teles da Silva	Aprovado por:
--	---------------

Os procedimentos de trabalho em todos os processos críticos sob intervenção, segundo as instruções que foram fornecidas por ocasião do treinamento, sendo objeto de verificação, entre outros aspectos:

- Observância por cada funcionário das rotinas de trabalho definidas como procedimento padrão para a atividade/serviço realizado;
- Verificação da adequação do serviço/atividade às especificações técnicas constantes na documentação sobre qualidade construtiva;
- Checagem sobre o uso e condições dos equipamentos de proteção exigidos e do ferramental/instrumentação adequada ao tipo de serviço/atividade;
- Verificação da condição dos materiais utilizados segundo as especificações técnicas de uso (características físicas, químicas, quantidade correta, condições de armazenamento e transporte até a obra etc.).

Após a realização do treinamento como parte do Plano de Ação do Projeto de Melhorias, deve ser adotado como instrumento de controle o registro do OJT (*onthejob training*– treinamento no local de trabalho), a ser realizado por instrutores internos.

Esse instrumento de registro será empregado nos seguintes casos:

- Integração de novos colaboradores – na inserção de novos colaboradores no ambiente de trabalho, o Gerente ou Supervisor indica um Mentor (que tem experiência na atividade) definindo conteúdo e prazo do OJT;
- Mudança de atividades – nesse caso o Gestor indica um Mentor para que o novo responsável tenha as informações necessárias para que possa exercer sua nova atividade;
- Ampliação dos conhecimentos sobre as atividades – no caso de mudanças no Projeto que exijam novos procedimentos ou alterações substanciais nos processos, envolvendo o apoio, instrumento e acompanhamento dos funcionários por instrutores internos ou profissional externo contratado, se os novos procedimentos envolverem assessoria especializada.

Até 5 dias úteis após a realização do treinamento, o formulário OJT, preenchido, deverá ser assinado e entregue no Setor de Treinamento para que seja atualizado no banco de dados os cursos realizados por cada colaborador. Esses treinamentos serão registrados em formulário específico (Apêndice A).

Como todo plano, o treinamento exige um feedback para que possam ser avaliados os resultados concretos e realizar, se necessário, as correções que permitam aprimorar o que foi alcançado, o que é uma base da filosofia da qualidade como processo contínuo.

Nesse propósito, sugere-se também a utilização de um atestado de qualificação profissional, conforme apresentado na Figura 4.13. Possibilitará identificar a qualquer momento o nível de competências e habilidades de qualquer colaborador do setor de montagem e outros. Trata-se, portanto, de um instrumento que fornece informações sempre atualizadas das atividades que o colaborador está apto a desempenhar no processo.

<b>Atestado de Qualificação Operacional</b>		
Operação: <input type="checkbox"/> Montagem <input type="checkbox"/> Ajuste / Inspeção / Reparo		
<input type="checkbox"/> Acabamento / Embalagem		
Nome:	Admissão:	Linha:
Matrícula:		Nº Certificado:
Data de Certificação:		
Função: <input type="checkbox"/> Operador A <input type="checkbox"/> Operador B	Status: <input type="checkbox"/> Efetivo <input type="checkbox"/> Temporário	
<b>EXIGÊNCIAS PARA QUALIFICAÇÃO</b>		
<b>1. Educação.</b>		
<b>2. Habilidade Profissional.</b>		
<b>3. Experiência.</b>		
<b>4. Treinamentos.</b>		
<b>5. Condições Físicas.</b>		
<b>Qualificação Autorizada</b>		<b>Data Emissão: ____/____/____</b>
Nomeado por: _____	Autorizado por: _____	
<b>Líder</b>	<b>Supervisor</b>	
Validade da Certificação: 01 ANO		

Figura 4.13 - Atestado de qualificação profissional.

Complementando o nível de informações obtidas com esse documento, também é útil o cartão de qualificação profissional, conforme apresentado na Figura 4.14. Onde constam as descrições sintéticas dos procedimentos operacionais segundo sua complexidade e conforme cada área construtiva. Por meio do registro individual de cada funcionário, podem ser registradas informações que permitem verificar o tipo de operação para a qual está qualificado e analisar o grau de aprendizado/qualificação em face dos níveis de complexidade dos processos/atividades do setor no qual está alocado.

Cartão de Qualificação Operacional					
<input type="text"/> Nome: Matrícula: Função: Admissão:		Certificação <input type="radio"/> Apto <input type="radio"/> Treinado			
		ÁREA	Complexidade da Operação	Status	Período
	Baixa		<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
	Alta		<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
	Baixa		<input type="radio"/>		
			<input type="radio"/>		
		Alta		<input type="radio"/>	

Figura 4.14 - Cartão de qualificação profissional.

Os dois documentos também servirão para detectar outras possíveis qualificações que poderão ser desenvolvidas por meio de novos treinamentos, ampliando o nível de aprendizado, indispensável no setor construtivo em que novas técnicas surgem exigindo novos procedimentos, habilidades e competências para responder a mudanças tecnológicas e outras que alteram o modelo de trabalho no setor construtivo e se transformam em requisitos para a qualidade.

Nesse contexto também será focado o ciclo de aprendizagem e habilidades, com a pretensão de estabelecer um processo dinâmico de qualificação dos colaboradores, segundo o conceito de aprendizagem contínua no trabalho.

Para isso, pode ser elaborada uma matriz de versatilidades, conforme apresentado na Figura 4.15. Possibilitará visualizar graficamente as qualificações que cada colaborador possui, assegurando uma avaliação de cada funcionário em relação às necessidades que seu respectivo grupo de trabalho necessita. Para que possam ter acesso a novos postos ou responder a mudanças eventuais nos processos e métodos de trabalho, segundo revisões de projetos em andamento ou novos projetos, os funcionários devem estar em um nível considerado como mínimo satisfatório, medido pela matriz de versatilidade.

PLANILHA DE POLIVALÊNCIA										
Limpar toda a planilha										
Operação	Nome									
	Instalação de cerâmica			<input type="checkbox"/>						
Colocação de telha	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>							
Colocação de portas- aduelas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>						
Instalação de fiação elétrica	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Instalação hidrosanitária	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
Instalação de janelas	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>							
Operação de máquina de terraplanagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>						
Construção da fundação/baldrames		<input type="checkbox"/>								
Transporte de material ao canteiro		<input type="checkbox"/>								
Operação de empilhadeira	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>							
Alvenaria estrutural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>						

**LEGENDA :** - A treinar      - Treinado  
 - Treinando      - Treinado com agilidade

Figura 4.15 - Matriz de versatilidades.

Essa matriz será atualizada depois de cada treinamento, por meio de avaliação realizada pelas chefias conjuntamente com o próprio funcionário, a partir da qual é elaborado um plano de ação gerado pelo setor de recursos humanos, para o desenvolvimento de competências individuais, levando-se em consideração, também, as novas atribuições que esse funcionário deverá desenvolver.

O ciclo de treinamento desenvolver diferentes fases de aprendizagem, a serem seguidas pelos funcionários conforme o seu nível de habilidades:

- Treinamento – aplicado aos novos funcionários, mesmo quando possuem experiência em outras empresas, uma vez que certos aspectos operacionais são peculiares e exclusivos do posto de trabalho e de cada operação;
- Supervisão – a aptidão do funcionário será verificada e validada por meio de acompanhamento da engenharia sobre a atividade treinada;
- Desempenho – o monitoramento e a avaliação do trabalho serão feitos levando em conta as especificidades de tempo de realização do serviço e atendimento aos requisitos e especificações técnicas de qualidade construtiva que constituíram conteúdo do treinamento;
- Ensino – quando o funcionário atingir o domínio de conhecimento sobre a sua tarefa, estará apto a treinar outras pessoas, podendo ser um mediador no acesso ao conhecimento para subsidiar o treinamento de outras pessoas no mesmo local ou

setor de trabalho, sem que seja necessária a intervenção da engenharia, além de poder desempenhar o seu trabalho em qualquer etapa do processo, contanto que o faça nas operações para as quais está apto e o quadro esteja completamente preenchido.

Embora os resultados alcançados tenham evidenciado que as metas do Projeto de Melhorias foram alcançadas, reduzindo-se o número de ocorrências de não conformidades, é importante destacar ações em longo prazo que podem auxiliar na manutenção da eficiência e eficácia dos resultados no que tange ao controle de não conformidades e adequação de novos projetos construtivos aos propósitos e especificações da qualidade final dos empreendimentos.

Com relação aos recursos humanos, é importante uma política de treinamento contínuo da equipe responsável pela execução dos serviços, considerando-se também requisitos prévios para a contratação de pessoal que afetam a qualidade final, como escolaridade, qualificação e experiência, habilidades e treinamento já recebido.

É importante que seja implantado um plano de gestão por competências profissionais, para melhorar o nível da mão de obra contratada. A competência está diretamente ligada à garantia de melhor desempenho nos processos, dada a relação direta entre a forma de execução dos serviços e a não ocorrência de problemas correlacionados à não conformidades nas várias etapas da execução da obra.

Uma política de gestão de competências maximizará o uso da mão de obra, segundo não apenas a qualificação e experiências do quadro de pessoal, mas também no que se refere à ampliação de suas capacidades na medida em que permite identificar aqueles que podem desenvolver e aprimorar as suas experiências e qualificações de novas formas, atendendo a necessidades mais específicas e diferenciadas dos projetos, o que possibilitará alocar mais rapidamente o pessoal certo, no momento e local certo, evitando-se custos, falhas operacionais e melhoria da garantia de execução dos serviços em termos de eliminação dos riscos de não conformidades.

Para esse fim, sugere-se a realização de um levantamento das necessidades de treinamento, a partir da comparação das competências necessárias com aquelas que os integrantes das equipes possuem, levando em conta também os processos onde ocorrem maior número de não conformidades como um dos critérios de elegibilidade das prioridades de treinamento e desenvolvimento de novas competências. Esse deve ser um processo continuado, o que implica desenvolver uma política de gestão de competências alinhadas com os propósitos e normas de qualidade adotadas pela construtora.

O controle implicará em assegurar continuamente o alinhamento das competências do pessoal contratado com as exigências e necessidades de garantia de não conformidades enquanto requisito da qualidade da execução das obras, bem como de outros processos e atividades conectados no âmbito dos projetos como um todo.

Um instrumento que poderá ser utilizado para isso é o desenvolvimento de um mapeamento das competências do quadro de funcionários, delimitando o perfil de atributos individuais e respectivas competências.

Com base no Plano de Ação descrito, o controle deve considerar os objetivos da melhoria do desempenho em termos operacionais a partir de duas medidas que devem ser integradas às políticas de qualidade:

- Desenvolvimento de habilidades e conhecimento das equipes responsáveis pela execução dos processos no que se refere a parâmetros, critérios e exigências técnicas;
- Reduzir e eliminar não conformidades em novos projetos assegurando efeitos duradouros, para além dos projetos em análise, de maneira a dar continuidade aos resultados das correções das não conformidades, estabelecendo uma política de qualidade contínua.

É importante enfatizar, no treinamento, a importância do desenvolvimento do senso de auto inspeção, como um procedimento de checagem a ser feito pelo próprio executante do serviço, verificando se o realizado está em consonância com especificações que lhe foram passadas, e também no propósito de não repassar não conformidades a processos subsequentes. Isso evitará retrabalho, custos adicionais e problemas de não conformidade e congruência dos processos com as especificações do projeto.

Como foi delineado no plano de ação, no caso do retrabalho envolvendo as não conformidades destacadas, o custo adicional estimado com serviços corretivos é de 10 a 20%.

Essas ocorrências de retrabalho nos projetos de construção ocorrem, principalmente, envolvem além do uso de novos materiais, esforços desnecessários de refazer/retificar os processos incorretamente implementados, o que demanda uso adicional de mão de obra e tempo complementar de trabalho, acarretando atraso no cronograma do projeto.

Cabe destacar que as tarefas críticas do gerenciamento de projetos incluem o balanceamento das demandas concorrentes de qualidade, escopo, tempo e custo, de forma

que o controle dessas não conformidades, enquanto processo contínuo para evitar novas ocorrências em projetos subsequentes, deverá estar centrado na implantação de medidas de gestão adequadas para assegurar a eliminação de retrabalho por meio de ações prévias, ou seja, antecipar-se a sua probabilidade de ocorrência em novos projetos.

A partir de um sistema de avaliação de riscos é possível correlacionar essa probabilidade e os efeitos ou consequências, o que pode ser determinado por meio de modelos qualitativos e quantitativos de avaliação dos dois parâmetros. A adoção desse tipo de controle pode ampliar e melhorar ainda mais a capacidade de antecipação à ocorrência de eventos relacionados a não conformidades ao longo da execução do projeto.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### 5.1 - CONCLUSÕES

Essas ferramentas de gerenciamento da qualidade podem ser úteis nos processos relacionados à área da construção civil. Elas são imprescindíveis para a melhoria do desempenho e a eliminação de problemas na forma de não conformidades que, além de incompatíveis com normas e requisitos técnicos dos serviços executados, também têm impacto nos empreendimentos por implicarem em maiores perdas, custos e retrabalho.

Ao possibilitarem a identificação dos problemas e suas causas, bem como oferecer um roteiro de intervenção ajustado aos processos segundo sua natureza ou forma no contexto do projeto, essas ferramentas permitem realizar ajustes e evitá-los futuramente, de forma que os métodos e soluções propostos podem ser implementados em outros canteiros de obras que realizam processos similares.

Neste estudo de caso, verificou-se a aplicabilidade do modelo DMAIC para o levantamento e definição de ações corretivas relacionadas a não conformidades na fase de execução de projetos de construção civil no Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Amazonas.

O modelo permitiu realizar o rastreamento de diversos problemas que caracterizavam não conformidades nessa fase dos projetos de construção do Residencial Parque Poranga II, em Itacoatiara, AM e do Residencial Manacapuru, em Manacapuru, AM. Nessa fase preliminar, da detecção, os relatórios consultados forneceram indicadores quantitativos sobre o número de ocorrências e o tipo.

Tomando como referência esses fatores, foram definidas as medidas necessárias como base das mudanças nos processos e na sua execução segundo as não conformidades: qualificação para o tipo de tarefa e requisitos de execução correta; assegurar desempenho adequado e funcionalidade das instalações; melhorar a resistência às infiltrações; assegurar o funcionamento adequado e melhorar a qualidade da fixação da cerâmica.

Essa análise prévia realizada com o uso da árvore lógica permitiu elaborar um plano de ação, visando a implementação de ações corretivas nos processos na fase de execução da obra, sendo apresentadas as soluções a serem adotadas para corrigir as não

conformidades detectadas e evitar novas ocorrências, assegurando a confiabilidade dos processos.

Com relação ao controle, destaca-se a necessidade do foco em aspectos-chave dos processos, como treinamento de pessoal e foco no mapeamento das suas competências para ampliar a base de qualificação e de capacidade de resposta permanente aos desafios da qualidade como processo contínuo.

No âmbito dos materiais e métodos, é importante a mudança nos procedimentos de gestão dos riscos, com a adoção de procedimentos e técnicas que permitirão ampliar a capacidade de resposta à probabilidade de ocorrência de não conformidades. A antecipação a esses eventos, por meio de ações de controle preventivas e baseadas na melhoria da confiabilidade dos processos, permitirá obter maior alinhamento dos processos e atividades aos objetivos da qualidade total e da melhoria contínua.

Com relação aos benefícios que podem ser alcançados com essas medidas, no âmbito da correção e eliminação das não conformidades nos processos, destacam-se os ganhos qualitativos e quantitativos, representados por indicadores como menores custos em razão da eliminação do retrabalho, cumprimento de prazos e metas dos projetos, bem como melhoria da capacidade de planejamento e de reprodução dos resultados em novos projetos através da análise de registros e documentação com histórico das ações corretivas, pontos críticos de ocorrência de não conformidades e resultados obtidos com as medidas corretivas.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o emprego do modelo DMAIC conduz a um aprendizado contínuo, que é uma das bases da melhoria da qualidade nos processos e sua necessária reprodutibilidade.

## 5.2 - SUGESTÕES

Devido à complexidade do tema tratado neste estudo, apresenta-se a seguir, algumas sugestões para a continuação deste trabalho:

- Realizar um estudo sobre a aplicabilidade da gestão e análise de riscos como ferramenta de melhoria do alinhamento dos processos a requisitos e exigências técnicas, na fase de execução da obra;
- Desenvolver uma análise detalhada de um processo na construção civil, para mapeamento da forma de sua realização, tendo em vista as possibilidades de melhoria na execução e suas eventuais repercussões, em termos de redução de

custos ou maior adequação dos resultados a critérios econômico-financeiros como resultados esperados e definidos na fase de elaboração do projeto;

- Aplicar o método DMAIC para realizar análises relacionadas à melhoria dos processos na construção civil em outras fases do projeto, como o planejamento, etapa crucial, onde além de ser definido o escopo, também são detalhadas as atividades que serão necessárias, os processos, o refinamento dos objetivos, sequenciamento de ações e prazos respectivos, entre outros aspectos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

AKAO, Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

ATKINSON, A. A.; BANKER, R. D.; KAPLAN, R. S.; YOUNG, S. M. **Contabilidade gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

AMITHA, P.; SHANMUGAPRIVA, R. *Implementation of lean six sigma in construction: a review*. **International Journal of Science, Engineering and Technology Research**, v. 5, n. 11, Nov. 2016.

ANBARI, F. T.; KWAK, Y. H. Success factors in managing Six Sigma Projects. **Project Management Institute Research Conference**. London, UK, July, 2004.

BANUELAS, R.; ANTONY, J. Six Sigma or design for six sigma? **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 250-263, 2004.

BARRETO, M. G. P. **Controladoria na gestão: a relevância dos custos da qualidade**. São Paulo: Saraiva, 2008.

BREYFOGLE, F. W. **Implementing Six Sigma, smarter solutions – Using Statistical Methods**, New York: Wiley, 1999.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 5. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.

CARVALHO, M. M. Selecionado Projetos Seis Sigma. In: ROTONDARO, R. G. (Org.) **Seis Sigma estratégia gerencial para a melhoria dos processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002. p. 49-79.

CATELLI, A. **Controladoria: uma abordagem da gestão econômica**. São Paulo, 2001.

CORDEIRO, J. V. B. de M. Reflexões sobre a gestão da qualidade total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? **Revista FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 19-33, jan./jun. 2004.

CHIAVENATO, A. **Recursos humanos: o capital humano das organizações**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DALE, B. G., WILLIAMS, R. T.; WIELE, T. Marginalisation of quality: is there a case to answer? **The TQM Magazine**, v. 12 (4), p. 266-274, 2000.

DIEHL, C. A. **Controle estratégico de custos: um modelo referencial avançado**. 2004. 304 f. Doutorado (Tese) – Curso de Engenharia da Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2004.

DURSKI, G. R. Avaliação do desempenho em cadeias de suprimentos. **Revista FAE**, v. 6, n. 1, p. 27-38, jan./abr. 2003.

ECKES, G. (2001). **A revolução seis sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**. (3a ed.). Rio de Janeiro: Campus.

FAVERI, R. Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos. **Revista ordem pública**, v. 9, n. 1, pp. 1-15, 2016.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE – FNQ. **Caderno de excelência**. São Paulo: FNQ, 2007.

GAITHER P.; FRAZIER, E. **Gerenciando a qualidade total**. São Paulo: Línea, 2002.

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

GRÖNROOS, C. **Marketing: gerenciamento e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

HAN, S. H.; CHAE, M. J.; IM, D. S.; RYU, H. D. Six Sigma Based approach to improve performance in construction operations. **Journal of Management in Engineering ASCE**, v. 24, n. 1, p. 21–31, 2008.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. (2000). **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York: Doubleday.

IBGE, Instituto Brasileiro de geografia e estatística. Itacoatiara (2016). **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/itacoatiara/panorama>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2020.

IBGE. (Eds.). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- (2016). **Anais eletrônicos**. Senso estatístico das cidades brasileira. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2020.

JUNIOR, A. C. **Dificuldades de implementação de programas Seis Sigma: Estudos de casos em empresas com diferentes níveis de maturidade**. São Carlos, 2006.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1993.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. São Paulo: Atlas, 1994.

KUMAR, M; ANTONY, J. Comparing the quality management practices. **UK SMES Industrial Management & Data Systems**, v. 108, n. 9, p. 1153-1166, 2008.

LANA, M. P. C. V.; ANDERY, P. R. P. **Sistemas de garantia da qualidade: uma análise da implantação em empresas brasileiras**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção DEMC. 2 p. Artigo técnico, 2002.

LAMEIRA, R. **A metodologia**. Disponível em: <[http://www.sixsigmabrasil.com.br/pag\\_metodologia.html](http://www.sixsigmabrasil.com.br/pag_metodologia.html)>. Acesso em 25 de dezembro de 2020.

LEAL, A. C. M.; RIBEIRO, M. I. P. Implantação do sistema de qualidade na construção civil com ênfase na inspeção de serviço. **Projectus**, v. 1, n. 4, p. 84-96, out.-dez. 2016.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 193-203, 2003.

- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**. São Paulo: Atlas, 2005.
- MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2001.
- MITRA, A. Six Sigma education: a critical role for academy. **The TQM Magazine**, v. 4, n. 4, p. 293-302, 2004.
- NASCIMENTO, André Lopes do. **Seis sigma numa indústria do setor automotivo**. 2004. Tese (Doutorado) — EPUSP, 2004.
- PAIXÃO, J. C.; CARDOSO, C.; LOURENÇO, M. A. Algumas reflexões sobre a qualidade em serviços de documentação, informação e arquivo. **Revista do Tribunal de Contas**, n. 44, p. 631- 707, ago. 2005.
- PALADINI, E. P. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.
- PANDE, P. S., NEUMAN, R. P., & CAVANAGH, R. (2000). The six sigma way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance. **New York: McGraw-Hill**.
- PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma – Compreendendo o Conceito, as Implicações e os desafios**. Rio de Janeiro, Editora QualityMark, 2000.
- PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. **Journal of Retailing**, v. 64, n. 1, p. 14-40, Spring 1988.
- RICCIO, E. L.; ROBLES JUNIOR, A.; GOUVEIA, J. F. A. O sistema de custos baseado em atividades nas empresas de serviços. **V Congresso Internacional de Custos**, Acapulco, México, jul.1997.
- RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: gestão estratégica e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

RODRIGUES, J. T. M. C; WERNER, L. Descrevendo o programa Seis Sigma: uma revisão de literatura. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro, Brasil, 6-9 outubro, 2009.

ROTONDARO, R. G. Visão Geral. ROTONDARO, R. G. (Org.) **Seis Sigma estratégia gerencial para a melhoria dos processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002, p. 17-22.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigmas: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2006.

SAMOHYL, R. W. Controle estatístico de processos e ferramentas da qualidade. In: MONTEIRO, M. (Coord.). **Gestão da qualidade, teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 2006.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, K.; CALMON, J. L. **Gestão da Manutenção de Elementos Construtivos com Auxílio da Plataforma BIM**. Universidade Federal do Espírito Santo. 1º 90 Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção. 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. 2017. Fortaleza - Ceará.

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. 2005. 155f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SPONTON, R. L.; SILVA, R. A. M. da; VENDRAME, F. C.; SARRACENI, J. M. Qualidade de serviços e produtos, com uma visão organizacional. **Anais eletrônicos**. Pub. 2009. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2009/trabalho/aceitos/C17053558803.pdf>>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

STAMATIS, D. H. **Six Sigma fundamentals: a complete guide to the system, methods and tools**. New York, 2004.

SUKUMAR, S.; RADHIKA, R. A Study of implementing lean six sigma in construction industry. **Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)**, v. 3, n. 2, p. 940-946, 2017.

TAKASHINA, N. T. **Indicadores da qualidade e do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

\_\_\_\_\_; FLORES, M. C. X. **Indicadores da qualidade e do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

TANER, M. T. Critical success factors for six sigma implementation in large-scale turkish construction companies. **International Review of Management and Marketing**, v. 3, n. 4, p. 212-225, 2013.

TCHIDI, M. F.; HE, Z.; LI, Y. B. Process and quality improvement using six sigma in construction industry. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 18, n. 2, p. 158–172, 2012.

THOMPSON JR., A. A.; STRICKLAND III, A. J., GAMBLE, J.E. Administração estratégica. São Paulo: **McGraw-Hill**, 2008.

VASCONCELOS, N. V. C.; PEREIRA, C. B. Análise do processo logístico através das ferramentas da qualidade: um estudo de caso na DDEX - direct to door express. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v. 03, n. 02, p. 59-71, fev. 2011.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima: Werkema, 2004.

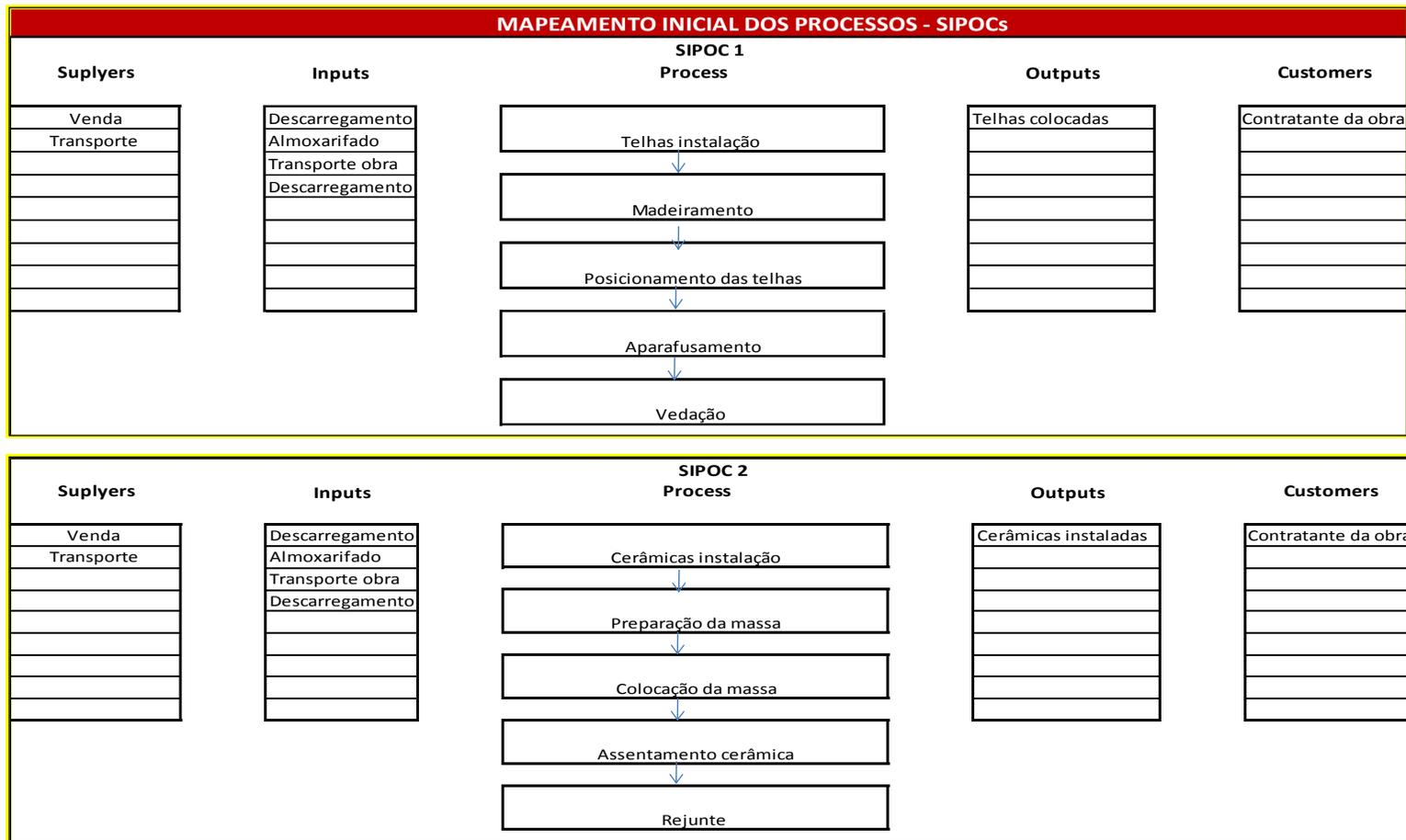
## APÊNDICE A

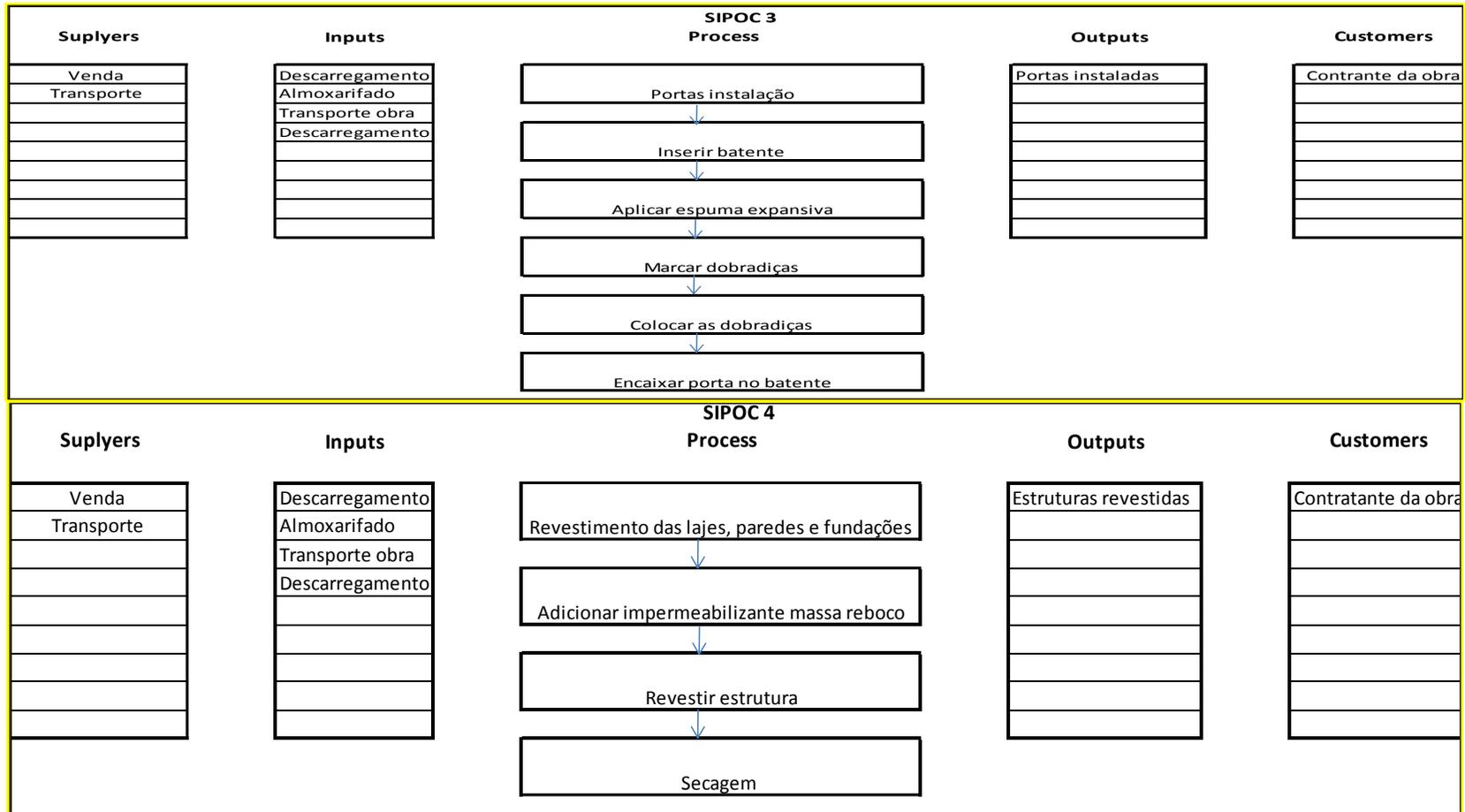
### TERMO DE ABERTURA DE PROJETO E INICIATIVA DE MELHORIA DOS RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU.

Termo de Abertura de Projeto e Iniciativa de Melhoria - Parque Poranga II				
<b>1) O que queremos realizar?</b>				
<b>Descrição do Incomodo ou oportunidade</b>				
Reduzir a ocorrência de falhas ou erros operacionais na execução do projeto do residencial para um patamar aceitável nos parâmetros construtivos atuais, corrigindo os processos e eliminando ou diminuindo as não-conformidades				
<b>Importância do projeto (porque é importante realizar esse projeto)</b>				
<b>Para o negócio</b>				
Reduzir custos com retrabalho, uso de mão de obra, materiais e tempo; atender aos parâmetros ou critérios de qualidade na construção civil; assegurar a qualidade da obra para o cliente do projeto e o usuário final;				
Dica: preencher VOC (árvore CTC antes)				
<b>1) O que estamos tentando realizar?</b>		<b>2) Como saberemos se a mudança é uma melhoria?</b>		
	<b>Objetivos</b>	<b>Indicadores/medida</b>	<b>Desempenho ou situação atual (% do total de não conformidades)</b>	<b>Alvo ou Meta</b>
1	Reduzir a ocorrência de telhas mal colocadas ou danificadas	5% de não conformidades	29%	4%
2	Reduzir a ocorrência de deslocamento de cerâmica	5% de não conformidades	16%	4%
3	Reduzir a ocorrência de infiltrações	5% de não conformidades	13.22%	4%
4				
5				
<b>Justificativas para as Metas</b>				
<b>Meta 1</b>	O padrão mínimo admitido para erros ou falhas operacionais na construção civil é de 5% de não conformidades			
<b>Meta 2</b>	O padrão mínimo admitido para erros ou falhas operacionais na construção civil é de 5% de não conformidades			
<b>Meta 3</b>	O padrão mínimo admitido para erros ou falhas operacionais na construção civil é de 5% de não conformidades			
<b>Meta 4</b>	O padrão mínimo admitido para erros ou falhas operacionais na construção civil é de 5% de não conformidades			
<b>Meta 5</b>				
<b>Preencher após o início do Projeto</b>				
<b>3) Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhorias?</b>				
<b>Mudança 1</b>	Treinamento da equipe responsável pela execução dos serviços,			
<b>Mudança 2</b>	Mapeamento das necessidades de treinamento comparando-se as competências necessárias com aquelas que os integrantes das equipes possuem			
<b>Mudança 3</b>	Implantar um plano de gestão por competências profissionais para implementar o treinamento de pessoal			
<b>Mudança 4</b>	Implantar um sistema de gerenciamento de rotina, melhorando a eficácia e eficiência do controle dos processos na execução do projeto construtivo			
<b>Mudança 5</b>	Implantar sistema de avaliação dos riscos com mapeamento de probabilidades de ocorrência e escala de efeitos			
<b>Mudança 6</b>	Inspeção das características finais da obra com base na política de gestão de riscos definindo áreas prioritárias de monitoramento dos processos			
<b>Mudança 7</b>				
<b>Mudança 8</b>				
<b>Mudança 9</b>				
<b>Mudança 10</b>				
<b>Restrições do Projeto</b>				
<b>Fronteiras</b>	Os custos e cronograma de execução não podem ultrapassar os parâmetros contratuais previamente fixados para a execução do empreendimento			
<b>Produtos</b>	O projeto deverá estar em conformidade com os parâmetros instituídos pela lei de construção civil e normas técnicas			
<b>Recursos</b>	Os custos do projeto de mudanças devem estar dentro da disponibilidade prevista pelo orçamento do projeto do empreendimento			
<b>Indicadores</b>	O projeto deverá atingir o patamar mínimo fixado pelas normas de construção civil no que se refere ao índice de não conformidade admissível			
<b>Riscos</b>	O projeto deverá ser executado paralelamente às atividades de finalização do empreendimento podendo ser afetado por elas			
<b>Mudanças</b>	Ajustamento das mudanças ao cronograma geral que define o prazo de conclusão da obra			
<b>Outras</b>				
<b>Macronograma</b>				
<b>DEFINIR</b>	01/07/2019 a 20/07/2019			
<b>MEDIR</b>	21/07/2019 a 05/08/2019			
<b>ANALISAR</b>	06/08/2019 a 12/08/2019			
<b>MELHORAR</b>	13/08/2019 a 13/11/2019			
<b>CONTROLAR</b>	14/11/2019 a 31/12/2019			

## APÊNDICE B

### MAPEAMENTO INICIAL DOS PROCESSOS- SIPOC





## APÊNDICE C

### PLANO DE AÇÃO PARA AS NÃO CONFORMIDADES MAIS FREQUENTES REGISTRADAS NA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO RESIDENCIAL PARQUE PORANGA II E RESIDENCIAL MANACAPURU.

Problema diagnosticado	Causa	Ações	Responsável	Prazo	Local	Procedimento		Valores
	Porquê?	O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?	Justificativa	R\$
Telhas soltas ou fissuradas	Fixação das telhas não-conforme com as especificações do Projeto	Revisar fixações e providenciar os ajustes Trocar as telhas danificadas/fissuradas	Engenheiro da obra	10 dias	Canteiro de Obra	Revisar procedimentos e seguir as especificações técnicas ABNT-NBR 7196-2020  Treinamento do pessoal <i>in company</i>	A ação possibilitará atendimento das especificações técnicas quanto à conformidade da obra	Sobrecusto de 10% a 20%
Infiltrações	Estanqueidade desconforme com as especificações do Projeto	Consultar Projetista sobre as correções/adequações necessárias	Engenheiro da obra	10 dias	Canteiro de obra	Revisar procedimentos e seguir as especificações técnicas ABNT-NBR 15.575 para estanqueidade  Treinamento do pessoal <i>in company</i>	A ação possibilitará atendimento das especificações técnicas quanto à conformidade da obra	Sobrecusto de 10 a 20%

Portas, aduelas e fechaduras não funcionam corretamente	Instalação mal feita	Revisar fixações e providenciar os ajustes	Engenheiro da obra	10 dias	Canteiro da obra	Revisar procedimentos e seguir as especificações técnicas ABNT-NBR 14913/2011  Treinamento <i>in company</i>	A ação possibilitará atendimento especificações técnicas quanto à conformidade da obra	Sobre-custo de 10%
Desplacamento da cerâmica	Taxa de absorção de água das placas cerâmicas em desacordo com a especificação do fabricante  1) Cerâmica Via Seca 2) Assentamento inadequado com: - argamassa em camada simples - Argamassa AC1 em estrutura com idade inferior a 180 dias - junta inadequada - Argamassa inadequada face a capacidade de absorção especificada 3) Substrato sujo com lama ou desmoldante 4) Falta de junta entre contrapiso e parede sobre rodapé	Usar argamassa adequada para cerâmica via seca  Treinamento da equipe no preparo e utilização de argamassa para rejunte correto	Engenheiro da Assistência Técnica (Pós-obra)	15 dias	SARC  Assistência Técnica  Apartamento	Realizar assentamento cerâmico com argamassa AC2 ao invés de argamassa AC1  1) Priorizar utilização de cerâmica via úmida 2) Utilizar argamassa AC2 camada dupla 3) Respeitar juntas indicadas pelo fabricante  4) Revisar procedimentos  Treinamento <i>in company</i>	A ação possibilitará que o reparo seja realizado sem reincidências.  A ação possibilitará atendimento das especificações técnicas quanto à conformidade da obra NBR 15.575:2013	Sobre-custo de 10 a 20%

## APÊNDICE D

### REGISTRO DE CONTROLE DE DOCUMENTAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO TREINAMENTO REALIZADO

<b>TREINAMENTO NO TRABALHO</b>	
DECLARO TER RECEBIDO TREINAMENTO PARA TRABALHAR NESTE POSTO DE ACORDO COM A INSTRUÇÃO DE TRABALHO (LGEAZ) RQ-7510-03.	
ASSINATURA DO FUNCIONÁRIO	<b>Nome completo Do funcionário</b>
1- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
2- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
3- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
4- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
5- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
6- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
7- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
8- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
9- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
10- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
11- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
12- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
13- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
14- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
15- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
16- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
17- _____	DATA INÍCIO _____ <b>Nº de Registro</b> _____
18- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
19- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
20- _____	DATA INÍCIO ___ / ___ / ___ A DATA FINAL ___ / ___ / ___
RQ-7510-03	

**Início do treinamento:**  
Que o 1º dia que o modelo  
passou e o colaborador fez a  
montagem

**Final do treinamento:**  
O termino da produção do  
modelo,  
**Prazo para assinatura:**  
Colaborador tem até 3 dias  
para finalizar o treinamento.  
E assinar ou assinar assim  
que o modelo passar.

# APÊNDICE E

## REGISTRO OJT

REGISTRO DE OJT (EQUIPE)		Unitor		Engenheiro responsável		Supervisor					
		Data: / /		Data: / /		Data: / /					
		Mr. Novato		Mr. José Roubal		Mr. Daniel Chir					
1. PROGRAMAÇÃO											
NOME CURSO:	603			MENTOR	ID:	NOME:					
PERÍODO:	CARGA HORÁRIA	LOCAL									
CONTEÚDO:											
2. PARTICIPANTES											
Nº	MATR.	NOME DO COLABORADOR	SETOR	CARGO	DATA E RUBRICA				AVALIAÇÃO		ASS. DO INSTRUTOR
					1	2	3	4	POSTURA	DESEMPENHO	
1	35241673	Prof. Carlos Guey da Silva	Produção	Monitor	10/01				00000	00000	
2	35433200	Walter Cláudio de Araújo	Produção		10/01				00000	00000	
3	32767381	Paulo de Melo Vaz	Produção		10/01				00000	00000	
4	19070098	Paula Chaves Ribeiro			10/01				00000	00000	
5	40942792	Anderson Luiz de S. S.			10/01				00000	00000	
6	4241679	Wilson Gonçalves de S.			10/01				00000	00000	
7	4242211	Suzana Zanetti de S.			10/01				00000	00000	
8	4242816	Daniel Roberto de S.			10/01				00000	00000	
9	4242273	Paula de Souza Moura de S.			10/01				00000	00000	
10	4242272	Caroline			10/01				00000	00000	
11	4241016	Elizete Aparecida de S.	Produção		10/01				00000	00000	
12	4242012	Lucia Glória Cardoso de S.	Produção		10/01				00000	00000	
13	4243013	Anderson de S. Silva de S.	Produção		10/01				00000	00000	
14	4243213	Arivaldo da Costa de S.	Produção		10/01				00000	00000	
				CARGA HORÁRIA							
Critério para pontuação: 0 - Excelente 4 - Bom 3 - Regular 2 - Ruim 1 - Pésimo											
3. COMENTÁRIOS											
MENTOR INSTRUTOR											
GESTOR											