

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Lucas Faviero de Vasconcellos**

**ANÁLISE DO IMPACTO DO CUSTO E QUALIDADE NA  
ATIVIDADE DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO  
INTERNO DEVIDO AS NÃO CONFORMIDADES NA  
EXECUÇÃO DA FÔRMA DE MADEIRA PARA ESTRUTURA  
DE CONCRETO ARMADO**

Porto Alegre  
Dezembro, 2018

**LUCAS FAVIERO DE VASCONCELLOS**

**ANÁLISE DO IMPACTO DO CUSTO E QUALIDADE NA  
ATIVIDADE DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO  
INTERNO DEVIDO AS NÃO CONFORMIDADES NA  
EXECUÇÃO DA FÔRMA DE MADEIRA PARA ESTRUTURA  
DE CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
Dezembro, 2018

**LUCAS FAVIERO DE VASCONCELLOS**

**ANÁLISE DO IMPACTO DO CUSTO E QUALIDADE NA  
ATIVIDADE DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO  
INTERNO DEVIDO AS NÃO CONFORMIDADES NA  
EXECUÇÃO DA FÔRMA DE MADEIRA PARA ESTRUTURA  
DE CONCRETO ARMADO**

Este Trabalho de diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora e Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, 19 de dezembro de 2018

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira  
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

Prof. Ruy Alberto Cremonini  
Dr. Pela Universidade de São Paulo  
Relator

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)**  
Dr. pela Universidade de São Paulo

**Eng. Nei Ricardo Vaske (UFRGS)**  
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha mãe, Ana e, meu pai,  
Ricardo, que sempre me apoiaram em toda minha  
caminhada, me dando condições e amparo para finalizar  
esta graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Prof. Dra. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, minha orientadora neste trabalho, pelo auxílio incansável desde o princípio das atividades, sempre trazendo boas informações, ensinamentos para que este trabalho pudesse ter sido realizado.

Aos meus pais, Ana e Ricardo, que sempre estiveram presentes nos momentos mais difíceis, que me deram todo amor e apoio psicológico-financeiro, viabilizando todo o processo para que eu pudesse, enfim, ter condições e o orgulho de fazer um trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Civil.

À minha irmã, Natália, que sempre serviu de muita inspiração e exemplo para que eu me esforçasse e buscasse meus objetivos na vida.

À minha namorada, Geórgia, pelo companheirismo, carinho e incentivo durante a parte final e mais importante do curso, vibrando nas horas de vitória e me apoiando nas horas de derrota.

Aos meus colegas, que sempre estiveram ao meu lado desde o início da faculdade e que fizeram a minha graduação ficar mais leve e mais prazerosa.

Aos professores desta universidade, pelo papel importante que os mesmos tem na sociedade e pelo conhecimento que proporcionaram a mim e aos outros alunos.

Às empresas pelas quais eu trabalhei, durante o período da graduação, que, sem dúvida, trouxeram conhecimento técnico e de vida na minha formação não só como profissional, mas também como pessoa.

Por fim, agradeço a Deus por ter colocado tantas pessoas boas no meu caminho que propiciaram uma trajetória com êxito.

La utopia está em el horizonte. Camino dos passos, ella se  
aleja dos passos y el horizonte se corre diez passos más  
allá. ¿Entonces para que sirve la utopia? Para eso, sirve para  
caminar

*Eduardo Galeano*

## RESUMO

Tendo em vista: os demasiados desperdícios presentes na construção civil e, aliado a isto, um contexto sócio econômico brasileiro dentro da engenharia civil ainda carente de novas tecnologias, novo processos, novas formas de se pensar e gerir obras; o presente trabalho traz um olhar mais atento para as técnicas da etapa de execução de fôrmas de madeira para estruturas de concreto armado e o impacto que a mesma causa, subseqüentemente, nas atividades de revestimento argamassado interno. Os fatores ponderados neste trabalho foram o custo e qualidade, aprofundando a parte bibliográfica destes dois itens, trazendo os conceitos, nomenclaturas e boas práticas de engenharia presentes nestes dois serviços de fôrma de madeira da supraestrutura e o revestimento argamassado interno. Com um levantamento de dados minuciosamente estipulado, pode-se obter valores de desvios na supraestrutura, avaliações qualitativas e quantitativas de qualidade e custo (com base na revisão bibliográfica), perdas no revestimento argamassado interno e um levantamento final de custos dos desperdícios causados na fase de revestimento argamassado interno. Além disso, pode-se chegar a conclusão da origem real de alguns problemas. Ainda, correlacionou-se estas duas etapas da construção e demonstrou-se como estão intimamente ligadas entre si. Por fim, com todas as análises feitas e correlações realizadas, pôde-se, enfim, propor algumas possíveis soluções para estes casos.

palavras chave: revestimento argamassado, fôrma de madeira, supraestrutura de concreto armado

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ferramentas utilizadas na etapa de serviço de carpintaria .....	29
Figura 2 – Esquema de apresentação e funcionalidade do prumo de face .....	30
Figura 3 – Prumo de centro .....	30
Figura 4 – Componente de estruturação das fôrmas de pilares .....	36
Figura 5 – Carregamento horizontal devido ao peso próprio do concreto, vista frontal ..	37
Figura 6 – Deformações das fôrmas resultantes devido ao carregamento horizontal, vista frontal .....	37
Figura 7 – Carregamento horizontal devido ao peso próprio do concreto, em planta .....	38
Figura 8 – Deformações das fôrmas resultantes devido ao carregamento horizontal, em planta .....	38
Figura 9 – Componente de estruturação das fôrmas de vigas .....	39
Figura 10 – Diferentes tipos de estruturação de vigas .....	40
Figura 11 – Corte estruturação de vigas .....	41
Figura 12 – Atuação de cargas verticais e horizontais em vigas em corte .....	42
Figura 13 – Atuação de cargas verticais e horizontais em vigas em vista .....	42
Figura 14 – Deformação longitudinal na peça devido a carga vertical .....	43
Figura 15 – Deformação transversal da peça devido a carga vertical e horizontal .....	43
Figura 16 – Estruturação das fôrmas de lajes .....	45
Figura 17 – Carregamento e deformação em lajes .....	46
Figura 18 (a) – Placas de gesso para revestimento em alvenaria .....	48
Figura 18 (b) – Revestimento não aderido pétreo mais comumente utilizado em fachadas .....	48
Figura 19 – Aplicação de projeção de revestimento à base de gesso .....	49
Figura 20 – Materiais utilizados para execução de serviços de revestimento argamassado .....	52
Figura 21 – Aplicação de chapisco .....	57
Figura 22 – Aplicação da talisca .....	58
Figura 23 – Empreendimento finalizado .....	63
Figura 24 – Empreendimento em andamento .....	63
Figura 25 – Planta baixa de modulação de primeira fiada de alvenaria e drywall e destaque das paredes avaliadas– Ap. 504 – Torre Norte.....	65
Figura 26 – Planta estrutural, com delimitação, sinalizada em vermelho, do apartamento – Ap. 504 – Torre Norte.....	66
Figura 27– Planta de locação de elementos estruturais, com delimitação sinalizada em vermelho – Ap. 504 – Torre Norte.....	68
Figura 28 (a) – Medição com trena em relação ao eixo de projeto.....	72

Figura 28 (b) – Locação de viga sem desvio de prumo.....	72
Figura 29 – Locação de viga com desvio de prumo para o lado externo do apartamento em estudo .....	73
Figura 30 – Locação de viga com desvio de prumo para o lado interno do apartamento em estudo .....	74
Figura 31 – Desvio de altura devido erro na viga .....	78
Figura 32 – Desvio de altura devido erro na laje .....	79
Figura 33 – Faces das vigas selecionadas para levantamento de prumo.....	81
Figura 34(a) – Prumo na face maior de pilar.....	84
Figura 34(b) – Prumo na face menor de pilar.....	84
Figura 35(a) – Disposição das linhas de eixo dentro do pavimento.....	86
Figura 35(b) – Medição de distância das linhas de eixo com a face do pilar.....	86
Figura 36 – Marco fixo de referência no pavimento .....	88
Figura 37(a) – Uso do nível laser para mapeamento .....	89
Figura 37(a) – Nível laser utilizado .....	89
Figura 38 – Esquema de processo de levantamento de níveis de laje .....	90
Figura 39 – Mapeamento de níveis de teto de laje .....	91
Figura 40 (a) – Talisca em viga .....	93
Figura 40 (b) – Talisca em primeira fiada .....	93
Figura 41 – Esquema de identificação da dupla de taliscas entre pilares .....	94
Figura 42 – Erro de locação e prumo de viga .....	97
Figura 43 – Influência de erro na viga devido dimensão a mais no tamanho da fôrma da laje .....	98
Figura 44 – Descontinuidade entre viga e pilar .....	107
Figura 45 – Apartamento 404 – Torre Sul – Planta estrutural .....	110
Figura 46 – Coleta de dados de laje .....	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões das peças de madeira serrada.....	28
Tabela 2 – Tolerâncias para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para espessura de elementos estruturais de superfície.....	33
Tabela 3 – Espessuras em milímetros de revestimento interno e externo.....	53
Tabela 4 – Dados de locação de vigas .....	75
Tabela 5 – Dados de comprimento longitudinal de vigas.....	75
Tabela 6 – Dados de largura da seção transversal de vigas.....	77
Tabela 7 – Dados de altura da seção transversal de vigas .....	80
Tabela 8 – Dados de desvio de prumo de laterais de vigas .....	82
Tabela 9 – Dados de desvio de prumo de pilares .....	83
Tabela 10 – Dados de seção de pilares .....	85
Tabela 11 – Dados de locação de pilares .....	86
Tabela 12 – Valores das medições de níveis de laje .....	92
Tabela 13 – Valores dimensionais de taliscas .....	94
Tabela 14 – Valores Projeto x Executado – Vigas .....	96
Tabela 15 – Valores Projeto x Executado – Vigas .....	99
Tabela 16 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 201 – Torre Norte .....	100
Tabela 17 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 201 – Torre Norte .....	101
Tabela 18 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 303 – Torre Sul .....	101
Tabela 19 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 404 – Torre Sul .....	102
Tabela 20 – Análise de qualidade do prumo dos Pilares .....	104
Tabela 21 – Análise de desvios de Pilares .....	105
Tabela 22 – Análise de qualidade de nivelamento de lajes do ap 404 – Torre Sul.....	109
Tabela 23 – Resumo de análise de qualidades das lajes dos apartamentos .....	111
Tabela 24 – Espessura e análise de qualidade de revestimento argamassado de teto do apartamento 404 torre.....	113
Tabela 25 – Análise resumo de qualidade de espessura de revestimento de teto dos quatro apartamentos.....	114
Tabela 26 – Taliscas com espessuras com perdas elevadas .....	115
Tabela 27 – Análise de perdas relativas a projeto e NBR .....	116
Tabela 28 – Análise de perdas totais – apartamento 504 .....	117
Tabela 29 – Volumes e perdas totais do estudo de caso em revestimento de parede.....	117

Tabela 30 – Volumes por apartamento de argamassa de teto hipotéticos, normativos e de projeto.....	118
Tabela 31 – Volumes totais e perdas de revestimento argamassado de teto.....	119
Tabela 32 – Custo do revestimento argamassado interno total do estudo .....	119
Tabela 33 – Correlação da classificação de vigas com seus respectivos desvios .....	120
Tabela 34 – Correlação da classificação de vigas, desvios de vigas com espessuras médias de taliscas .....	122
Tabela 35 – Coeficientes de Pearson .....	126

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões das peças de madeira serrada.....	23
Quadro 2 – Dimensões das peças de madeira serrada.....	24

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Largura de vigas x espessura média de taliscas .....	123
Gráfico 2 – Altura das vigas x espessura média de taliscas.....	123
Gráfico 3 – Locação x espessura média de taliscas.....	124
Gráfico 4 – Locação x desvio de prumo de vigas.....	125

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>	<b>20</b>
2.1 OBJETIVO .....	20
2.2 DELIMITAÇÕES.....	20
2.3 LIMITAÇÕES .....	20
2.4 DELINEAMENTO.....	21
<b>3. FÔRMAS PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO.....</b>	<b>22</b>
3.1 TIPOS DE FÔRMAS .....	22
3.2 CONFEÇÃO DE FÔRMAS DE MADEIRA PARA CONCRETO ARMADO .....	25
3.3. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE CARPINTARIA.....	26
<b>3.3.1 Matéria Prima.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2 Ferramentas e equipamentos utilizados .....</b>	<b>28</b>
3.4 NOMENCLATURAS E CONCEITOS.....	31
3.5 REQUISITOS BÁSICOS E TOLERÂNCIAS PARA EXECUÇÃO DE FÔRMAS.....	32
3.6 ESTRUTURAÇÃO .....	34
<b>3.6.1 Estruturação de Pilares.....</b>	<b>35</b>
<b>3.6.2 Estruturação de vigas.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.3 Estruturação de lajes.....</b>	<b>44</b>
<b>4. REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO .....</b>	<b>46</b>
4.1 INTRODUÇÃO E TIPOS DE REVESTIMENTO INTERNO.....	47
4.2 DEFINIÇÕES, NOMENCLATURAS E CONCEITOS GERAIS DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO .....	49
<b>4.2.1 Revestimento de argamassa.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.2 Base ou substrato .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.3 Revestimento de camada única ou dupla .....</b>	<b>50</b>

<b>4.2.4 Chapisco, Emboço e Reboco .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.5 Acabamentos superficiais.....</b>	<b>51</b>
4.3 MATERIAIS E INSTRUMENTOS PARA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO .....	51
4.4 TIPOS DE ARGAMASSA E CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO.....	52
4.5 ESPECIFICAÇÕES DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO.....	53
<b>4.5.1 Condições e características .....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.2 Geometria do revestimento.....</b>	<b>54</b>
4.6 PREMISSAS PARA INÍCIO DO SERVIÇO .....	54
4.7 TÓPICOS IMPORTANTES NOS PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO.....	55
<b>4.7.1 Condições da base.....</b>	<b>55</b>
<b>4.7.2 Correções de irregularidades .....</b>	<b>55</b>
<b>4.7.3 Limpeza da base.....</b>	<b>56</b>
<b>4.7.4 Aplicação do chapisco .....</b>	<b>56</b>
<b>4.7.5 Execução de emboço e reboco.....</b>	<b>57</b>
<b>5. RELAÇÃO DA SUPRAESTRUTURA E O REVESTIMENTO ARGAMASSADO ..</b>	<b>59</b>
5.1 HABITE-SE.....	59
5.2 OBTENÇÃO DE DESEMPENHO NO REVESTIMENTO ARGAMASSADO QUANDO AS ESPECIFICAÇÕES DE ESPESSURA NÃO PODEM SER ATENDIDAS .....	60
5.3 ORÇAMENTAÇÃO .....	60
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>62</b>
6.1 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO PARA VIABILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE TRABALHO .....	62
6.2 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA .....	64
6.3 ELEMENTOS E ITENS DE MEDIÇÃO E ANÁLISE .....	69
<b>6.3.1 Prumo e largura de vigas .....</b>	<b>69</b>
<b>6.3.2 Nível de teto de lajes .....</b>	<b>69</b>
<b>6.3.3 Locação de pilares .....</b>	<b>69</b>
<b>6.3.4 Prumo de pilares.....</b>	<b>69</b>

<b>6.3.5 Alinhamento e locação de vigas</b> .....	<b>70</b>
<b>6.3.6 Dimensionamento de taliscas</b> .....	<b>70</b>
<b>6.3.8 Avaliação do custo, perdas, desempenho de qualidade, correlação de dados e possíveis soluções</b> .....	<b>70</b>
<b>7. LEVANTAMENTO DE DADOS</b> .....	<b>71</b>
7.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DE VIGAS .....	71
7.1.1 Dados de locação de vigas .....	71
7.1.2 Dados de comprimento, largura e altura de vigas.....	75
7.1.3 Dados de prumo de vigas .....	80
7.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE PILARES .....	82
7.2.1 Dados de prumo de pilares .....	82
7.2.2 Dados de seções de pilares.....	84
7.2.3 Dados de locação de pilares .....	85
7.3 LEVANTAMENTO DE DADOS DE LAJES .....	87
7.3.1 Dados de níveis de laje.....	87
7.4 LEVANTAMENTO DA ESPESSURA DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO.....	93
<b>8. ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>95</b>
8.1 ANÁLISE DE QUALIDADE .....	95
8.2 ANÁLISE DE PERDAS E DE CUSTO.....	114
8.3 CORRELAÇÃO DE DADOS .....	120
8.4 POSSÍVEIS SOLUÇÕES.....	126
<b>9. CONCLUSÕES</b> .....	<b>127</b>
<b>APÊNDICE A – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 303 - Torre Sul</b> .....	<b>131</b>
<b>APÊNDICE B – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 404 - Torre Sul</b> .....	<b>135</b>
<b>APÊNDICE C – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 201 – Torre Norte</b> .....	<b>139</b>
<b>APÊNDICE D – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 504 – Torre Norte</b> .....	<b>143</b>

<b>APÊNDICE E – Dados de projeto de vigas: comprimento, largura, altura e locação...</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE F – Dados de reais de vigas: comprimento, largura, altura, locação e desvio de prumo .....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE G – Análise comparativa entre comprimento, largura, altura, locação e desvio de prumo médios com talisca média .....</b>	<b>152</b>
<b>APÊNDICE H – Análise comparativa entre dados de projeto e executado de pilares.</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE I – Análise de qualidade de pilares.....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE J – Análise de qualidade de Lajes .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE K – Análise de qualidade de revestimento argamassado de teto.....</b>	<b>164</b>
<b>APÊNDICE L – Análise de qualidade de revestimento argamassado de parede.....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXO A – PLANTAS DO EMPREENDIMENTO DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>172</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Na conjuntura da economia atual do Brasil, as construtoras buscam cada vez mais racionalizar os seus custos. Sabe-se que nestes períodos de crise, muitas empresas aprendem a equalizar seus gastos que anteriormente eram dispendiosos.

Busca-se, por conseguinte, um ponto de equilíbrio entre dois pilares: Custo e Qualidade. Uma obra totalmente perfeita em aspectos de qualidade não se torna sustentável se a mesma estiver com custo acima do previsto. Da mesma forma, uma obra com custo em dia, se não for executada com qualidade, isto é, dentro do projeto e das normas, acarretará uma série de problemas, que vão desde o conforto e segurança do cliente, até o custo de correção de eventuais erros.

Dentro desta conjuntura, um dos serviços iniciais na construção pode ser o combustível para geração de erros quase irreparáveis para a manutenção dos dois pilares: a supraestrutura, fase designada à parte da estrutura acima do solo, onde há a montagem de fôrmas, disposição de armaduras, elementos elétricos e hidráulicos embutidos em laje-vigas e principalmente concretagem.

Aprofundando o conceito de supraestrutura, o período de carpintaria das fôrmas, ou seja, de execução de fôrmas de madeira para estruturas de concreto armado, torna-se crucial para a terminalidade dos processos futuros. Entretanto, devido a diversos obstáculos - que vão desde mão de obra não capacitada, fornecedores de material desqualificados, até falta de gestão das empresas - as fôrmas ficam com uma série de não conformidades e falhas de execução que vão aparecer depois na etapa de desfôrma e impactando, de fato, nos serviços subsequentes.

Muitos serviços sofrem com os erros de estrutura, sendo o de revestimento argamassado interno uma das etapas que mais sofre com estes erros. Assim sendo, serão analisados os principais erros gerados e as principais consequências de custo e qualidade posteriores neste período.

Propor-se-á fazer uma análise breve e direta do risco da aceleração do processo executivo da fase de supraestrutura na qualidade e custo da fase de revestimento argamassado interno, mais especificamente devido aos erros na confecção das fôrmas de concreto armado. Por fim, serão propostas possíveis soluções, prevenindo futuros problemas com revestimento argamassado e

respeitando as normas da construção civil. Além disso, antecipam-se, em suma, possíveis adversidades que envolvam conforto e segurança do cliente.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

### **2.1 OBJETIVO**

O presente trabalho visa medir e visualizar os erros da supraestrutura de uma edificação executada em concreto armado com fôrma de madeira e, posteriormente, as consequências na execução do revestimento argamassado interno. Serão analisados os possíveis aumentos no custo e perda de qualidade. Além disso, serão propostas possíveis prevenções para eventuais erros no revestimento.

### **2.2 DELIMITAÇÕES**

A pesquisa do trabalho fundamenta-se na identificação e análise do impacto no custo e qualidade devido aos erros encadeados na fase de confecção das fôrmas de madeira na supraestrutura de concreto armado, correlacionando-os aos erros na espessura do revestimento argamassado interno, em um empreendimento na cidade de Porto Alegre.

### **2.3 LIMITAÇÕES**

Foi avaliada uma obra de edifício residencial de uma construtora da cidade de Porto Alegre. Não foram avaliados possíveis erros na estrutura de escadas, já que no estudo de caso a mesma não possuirá revestimento argamassado posterior.

Tendo em vista que o controle de desforma do concreto na obra era extremamente rígido, esta variável também foi descartada na análise do trabalho.

Além disso, aspectos da vibração durante a concretagem não foram avaliados; isto é, eventuais imperfeições deixadas no concreto por falta ou excesso da mesma.

Não foram analisados possíveis desvios de locação de fundação e demais fatores provenientes da fase de infraestrutura da construção.

Não foram avaliados erros no alinhamento vertical da alvenaria, pois as mesmas foram executadas com controle de alinhamento através de gabaritos próprios da empresa para execução de alvenaria.

Por fim, em revestimento argamassado interno não foram avaliadas questões de desempenho acústico.

## 2.4 DELINEAMENTO

O trabalho será delineado da seguinte forma descrita, numerando as seguintes etapas:

- 1) Revisão bibliográfica
- 2) Levantamento de dados da supraestrutura em campo
- 3) Levantamento de dados de revestimento argamassado interno em campo
- 4) Análise e correlação dos dados
- 5) Elaboração de conclusão com possíveis soluções preventivas para as principais falhas levantadas.

A primeira etapa de revisão bibliográfica foi dividida em duas partes. A primeira parte será estudado o uso e estruturação de fôrmas de madeira. Em um segundo momento, estudou-se todos os requisitos técnicos do revestimento argamassado interno. Todos esses estudos foram baseados em teses, dissertações, livros, bem como o que as normas indicam como sendo o correto procedimento de execução dos mesmos.

No levantamento de dados da supraestrutura foram avaliados em 4 apartamentos do empreendimento em análise, aspectos de geometria, nível e alinhamento de elementos de concreto após a desforma. Após esse levantamento inicial, as próximas medições, na Etapa 3, foram na fase de revestimento argamassado, onde analisou-se o consumo de material em cima das mesmas vistas observadas inicialmente na Etapa 2.

Na Etapa 4, correlacionou-se dados envolvendo as Etapas 2 e 3. Onde foram avaliados os possíveis impactos gerados pela falta de terminalidade do serviço de carpintaria das fôrmas de madeira de concreto armado.

Baseando-se na revisão bibliográfica, foram designadas conclusões de como estas falhas aconteceram no período de carpintaria. Por fim, foram propostas medidas que possam prevenir, dentro da fase de execução das fôrmas de madeira, falhas no processo de execução do revestimento argamassado interno.

### **3. FÔRMAS PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO**

Neste capítulo será abordado uma introdução sobre fôrmas de concreto armado. Além disso, serão apresentados outros tipos fôrmas, para, posteriormente, aprofundar o conteúdo mais específico do trabalho sobre fôrmas de madeira.

Segundo a NBR 15696 (2009), fôrmas são estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante.

Maranhão (2000) acrescenta ainda que:

Conhecida dos construtores desde tempos imemoriais, as fôrmas para estruturas de concreto armado vêm sofrendo paulatina renovação, com novas tecnologias e materiais desenvolvidos em países em que a construção civil se encontra mais industrializada.

Evidencia-se, portanto, o surgimento, cada vez mais, de novos tipos de fôrma dentro da conjuntura da construção civil, ou seja, há um avanço constante nessa área com o acréscimo de novas tecnologias no mundo.

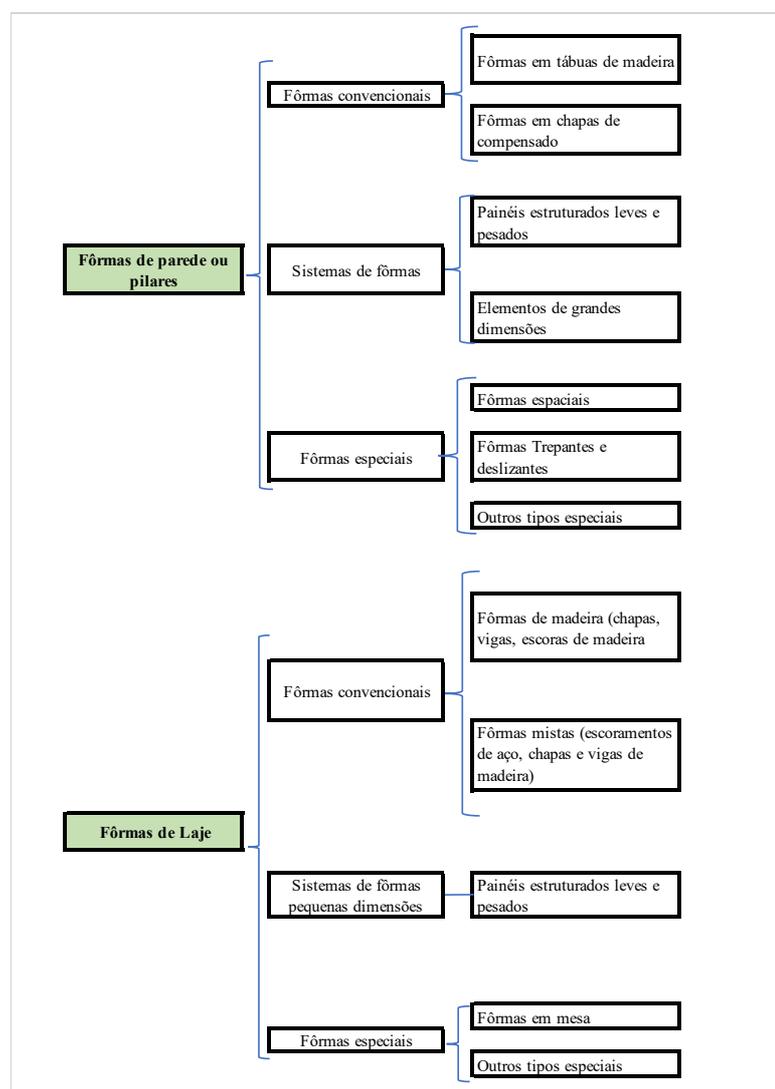
#### **3.1 TIPOS DE FÔRMAS**

Em estudo sobre os tipos de fôrmas, autores sugerem uma série de tipos de classificações de fôrmas. NAZAR (2007) define que o sistema de fôrmas é identificado conforme os materiais

utilizados em sua concepção e execução, podendo ser produzidas em madeira, aço, alumínio, papel e plástico.

Segundo GEHBAUER (2002), pode-se classificar em três grandes grupos: fôrmas de parede (engloba-se vigas), fôrmas de pilar e fôrmas de laje, sendo as de pilar e parede com as mesmas características. Para elencar estes grupos, foi elaborado o quadro 1, com o propósito de resumir e introduzir maior didática no processo.

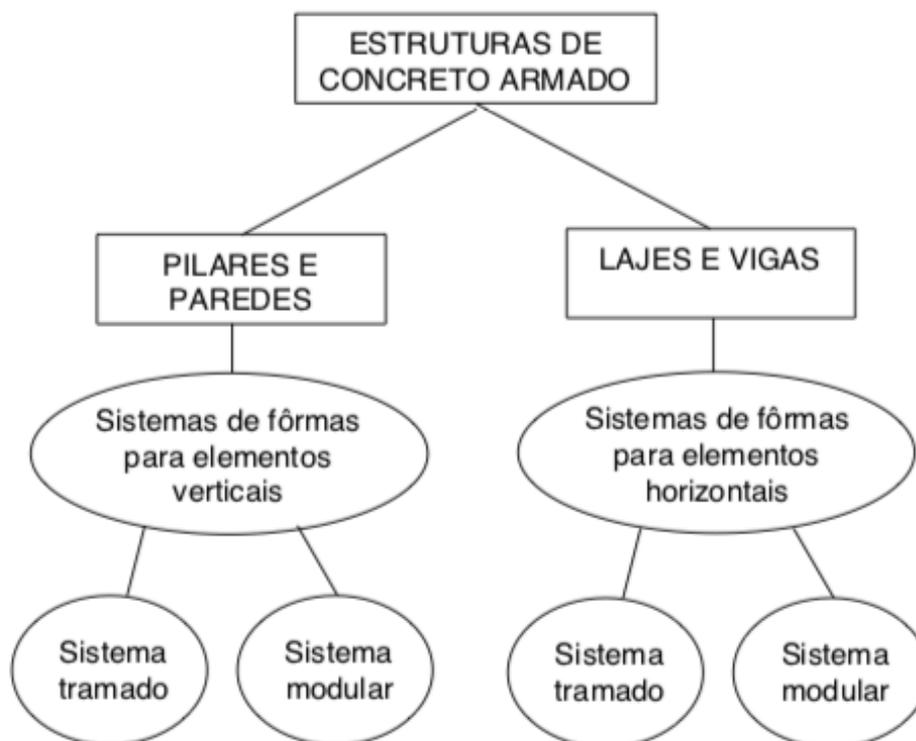
Quadro 1 – Classificação de sistemas de fôrmas



(fonte: do autor)

Outra classificação interessante que leva em conta o tipo de sistema de fôrma, FREIRE; SOUZA (2001) divide em dois grande grupos como pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2 – Classificação 2 de sistemas de fôrmas



(fonte:FREIRE; SOUZA, 2001)

Onde o sistema modular apresenta grande facilidade de montagem e desmontagem. Esse sistema é caracterizado pela utilização de painéis modulares que possuem estruturação própria e são associados através de grampos ou clips. Ao passo que para o sistema tramado, verifica-se que, ao contrário do sistema modular, as fôrmas que se adaptam à estrutura na maioria dos casos, possuindo muita flexibilidade dimensional e versatilidade.

Há ainda classificações conforme material presente no sistema. Consoante CICHINELLI (2010), atualmente pode-se destacar três tipos de fôrmas. São elas: fôrmas de plástico, sistema metálico com contato em madeira e fôrmas de alumínio. A primeira delas, de plástico, segundo a autora, entre as principais vantagens oferecidas pela solução estão a leveza e a facilidade de manuseio dos painéis, que podem se ajustar às diversas medidas de comprimento e altura exigidas em cada projeto. No segundo tipo, fôrmas metálicas com madeira, os painéis metálicos são combinados a uma chapa de compensado plastificado e estão disponíveis em diversas

medidas, permitindo a combinação geométrica em função das mais variadas medidas de cada projeto. O terceiro tipo, as fôrmas de alumínio, ganha destaque pela facilidade de execução. CICHINELLI (2010) cita:

Diferentemente dos outros sistemas (nos quais parede e laje são concretadas em duas fases distintas), uma das maiores vantagens desse sistema é permitir que a concretagem das paredes e das lajes seja feita em apenas uma única etapa, agilizando consideravelmente o processo construtivo.

A sua utilização é recomendada para unidades habitacionais de diversas alturas (térreas, assobradadas e em edifícios verticais de até 25 pavimentos). Disponíveis no mercado apenas na opção de compra, o uso das fôrmas metálicas se justifica sobretudo em situações de construções em grande escala. A aquisição nesses casos pode ser um bom negócio, pois, de acordo com os fabricantes, as fôrmas metálicas de alumínio podem ser reutilizadas até 1,5 mil vezes.

Destaca-se a grande quantidade de vezes que é possível se reutilizar, a grande capacidade de agilidade do processo e a flexibilidade das fôrmas, permitindo diferentes combinações geométricas

### 3.2 CONFECÇÃO DE FÔRMAS DE MADEIRA PARA CONCRETO ARMADO

Adentrando especificamente no contexto do trabalho, neste capítulo é aprofundado mais sobre o tipo de fôrma presente no estudo de caso, ou seja, o sistema de fôrmas de madeira para concreto armado

Pode-se dizer que a etapa de confecção das fôrmas para uma estrutura de concreto armado, dentro de todo o cronograma de uma obra, apresenta significativa participação.

Segundo Assahi (2005, p.4):

[...] a execução da estrutura consome, aproximadamente, 50% do prazo total de execução. Por sua vez, a fôrma é responsável 60% deste, concluindo-se que ela consome 30% do prazo total do empreendimento.

Ou seja, as atividades de montagem da fôrma são responsáveis por, aproximadamente, 30% do caminho crítico do cronograma físico, elegendo-se uma das atividades de maior influencia no prazo de execução de qualquer empreendimento civil com estrutura em concreto armado ou protendido.

Denota-se, portanto, a importância desse assunto na construção, haja vista que este serviço impacta, indubitavelmente, no prazo da obra. Tempos de serviço maiores que o planejado,

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

significam necessidade de aceleração de serviços posteriores, com possíveis perdas na qualidade do produto final. Aliado a isto também está o custo da obra, consoante Assahi (2005, p.4-5):

O custo da estrutura de empreendimento predial de porte médio (p.ex.: 2 subsolos, térreo e 15 pavimentos tipos) representa algo em torno de 20 %, e o da fôrma, entre 25% a 40 % da estrutura, equivalente a 5% a 8 % do custo total. A variação deve-se a vários fatores, sendo os principais:

- sistema de fôrma adotado;
- número de reaproveitamento dos materiais, potencializado ou minimizado;
- pela definição arquitetônica ou pelo partido estrutural adotado;
- a produtividade da equipe de mão-de-obra, sendo o custo da mão-de-obra o fator de maior variabilidade, responsável por 50% a 70% do item;
- prazo de execução, influenciando diretamente a produtividade e o custo dos equipamentos locados.

Logo, este capítulo versa sobre todos os conceitos e boas práticas de engenharia da etapa de carpintaria de fôrmas de madeira.

Serão elencados, ainda, os tipos de matéria-prima utilizados, ferramentas da mão de obra, alguns conceitos de nomenclaturas importantes, as técnicas de execução dos elementos estruturais e, por fim, um panorama geral de possíveis pontos críticos das fôrmas de madeira.

### 3.3. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE CARPINTARIA

Nesta seção se apresentará os tipos de ferramentas e mecanismos utilizados em fôrmas de madeira para concreto armado. Logo, serão demonstrados os tipos de equipamentos utilizados na fase de carpintaria.

#### 3.3.1 Matéria Prima

É mister elucidar que há uma diversidade de ferramentas e materiais utilizados pelo mundo. Entretanto, foram compilados alguns dos materiais necessários que também foram utilizados na obra de estudo de caso para executar as fôrmas de madeira. Alguns deles segundo SILVA (2015).

Compensado plastificado possuem dimensões de 1,22 x 2,44 x 18 mm, utilizado para painéis dos pilares, painéis de vigas (incluindo os fundos) e assoalhamento de lajes.

Sarrafo bruto possuem as dimensões de 2,5 x 7,0 cm, utilizado para estruturação dos painéis de vigas (incluindo os fundos) e pilares (fixado nas extremidades dos painéis de maior dimensão). Madeira ideal a ser utilizada: cedro.

Caibro bruto possuem as dimensões de 5,0 x 7,0 cm, comprimento necessário seguindo a dimensão dos pilares. Serve para a estrutura vertical das fôrmas dos pilares, existente nos pavimentos tipo e estruturação das escadarias. Madeira ideal para utilização: cedro.

Prego comum 16x24 cabeça simples: utilizado para montagem do painel de forma, tanto para pilares e vigas.

Prego comum 18x30 cabeça dupla: utilizado para o fechamento das fôrmas.

Prego de aço inox 17 x 27 com cabeça: utilizado para fixação dos colarinhos na laje.

Cano PVC com bitola de 25mm – classe 15 e acoplador S20, sendo utilizado nas fôrmas de pilares, para a fixação da ancoragem. Chapas de madeira tipo compensado.

Arame de Aço é utilizado para o alinhamento/travamento dos painéis externos das vigas.

Segundo a NBR 14807, na tabela 1 são denominados os diferentes tipos de madeiras serradas utilizadas bem como as suas dimensões:

Tabela 1 – Dimensões das peças de madeira serrada

Nome da peça	Espessura	Largura
Pranchão	De 71 a 161	161 e acima
Prancha	De 39 a 70	161 e acima
Pranchinha	38	100 e acima
Viga	De 40 a 80	De 81 a 160
Caibro	De 40 a 80	De 50 a 80
Tábua	De 10 a 37	100 e acima
Sarrafo	De 21 a 39	De 20 a 99
Ripa	De 10 a 20	De 20 a 50
Ripão	De 15 a 20	De 51 a 70
Pontalete	De 70 a 80	De 70 a 80
Quadrado	25	25
Quadrado	Lado: 100 e acima	
NOTAS		
1 Para os efeitos de utilização desta tabela, as casas decimais, porventura obtidas nas medidas, devem ser desprezadas.		
2 Um pontalete é sempre de seção quadrada.		

(fonte: NBR 14807, 2002, p.2)

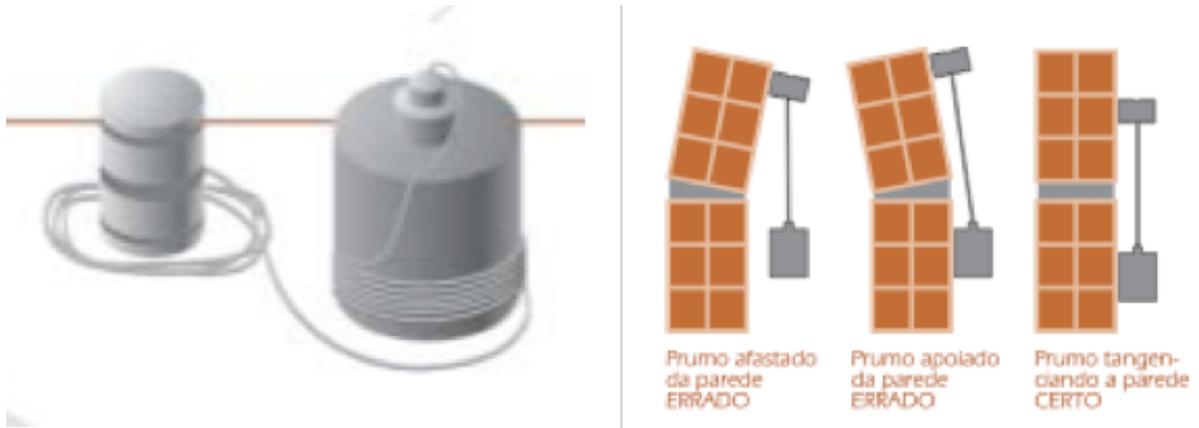
### 3.3.2 Ferramentas e equipamentos utilizados

As ferramentas que, convencionalmente, se usam são elencadas neste item.

Usa-se trena metálica, esquadro de alumínio, serra circular, martelo, serrote, nível a laser, entre outros equipamentos, conforme pode ser visto na figura 1.



Figura 2 – Esquema de apresentação e funcionalidade do prumo de face



(fonte: SILKE, 2018)

Além deste, SILKE (2018) acrescenta que há ainda um segundo tipo de prumo:

O prumo de centro tem o peso metálico em forma de pião e permite determinar uma linha vertical a partir de um ponto qualquer, transferindo este ponto de um plano horizontal a outro. Isso é possível porque a ponta do pião fica exatamente alinhada com o cordão esticado, quando o prumo pende livremente

A figura 3 apresenta como é um prumo de centro, outro elemento extremamente na locação de elementos dentro de um canteiro de obras.

Figura 3 – Prumo de centro



(fonte: SILKE, 2018)

Este equipamento, tendo sua ponta do pião alinhado com a sua linha que o sustenta e o mesmo estando aferido, torna-se num artifício extremamente importante na engenharia civil. Em outras palavras, tanto o prumo de centro como o de face medem se uma superfície ou um ponto está alinhado verticalmente.

### 3.4 NOMENCLATURAS E CONCEITOS

Segundo ASSAHI (2016), a definição de fôrma é:

[...] a fôrma é um molde provisório que serve para dar ao concreto fresco a geometria e textura desejada, e de cimbramento, todos os elementos que servem para sustentá-lo, até que atinjam a resistência suficiente para auto suportar os esforços que lhe são submetidos.

A fôrma é o ponto de partida da subida da estrutura do prédio. É ela quem determina a forma do concreto e se a qualidade da supraestrutura será boa ou não.

Para Cremonini (2018), as fôrmas além de toda importância estrutural que a mesma possui a responsabilidade de:

- definir a geometria dos elementos estruturais;
- definir o acabamento da estrutura nos casos de concreto aparente;
- servir como plataforma de trabalho para equipes envolvidas na concretagem.

Para didática e sequenciamento do trabalho aqui exposto pelo autor, serão abordados alguns conceitos e nomenclaturas importantes para o bom entendimento do leitor ao longo do texto, segundo ECIV (2018).

Supraestrutura é denominada como parte da estrutura de um edifício acima da linha do solo.

Infraestrutura é a parte da estrutura de um edifício que se projeta abaixo da linha do solo;

Bicheira são vazios detectados ao desformar uma estrutura de concreto armado, ocasionado pela falta de vibração;

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Terminalidade é um termo muito utilizado na construção civil. Sendo seu significado: que se dá como terminado, fim. Importante conceito para identificar se um serviço está completo ou sem nenhuma imperfeição que possa acarretar retrabalho futuro.

Cimbramento são os escoramentos e fixações das fôrmas para concreto armado. Material utilizado é madeira ou aço.

Gastalho é a base ou gabarito para locação e posterior estruturação da fôrma do pilar

Pavimentos tipo são os pavimentos de uma edificação que se repetem igualmente ao longo de uma edificação.

### 3.5 REQUISITOS BÁSICOS E TOLERÂNCIAS PARA EXECUÇÃO DE FÔRMAS

Um dos requisitos básicos segundo a NBR 15696 (2009) é ter um projeto de fôrmas e um de escoramentos bem definidos. Para o caso de projeto de escoramento a norma diz que:

O projeto deve:

- a) especificar as cargas admissíveis dos equipamentos utilizados;
- b) definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos;
- c) definir as cargas na base de apoio;
- d) ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes, de tal forma que não fiquem dúvidas para execução da montagem.

Para o caso de projeto de fôrmas, a NBR 15696 (2009) define que:

O projeto deve:

- a) especificar os materiais utilizados;
- b) definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos utilizados;
- c) mencionar os critérios adotados para o dimensionamento da fôrma, tais como a pressão do concreto, a velocidade de lançamento, altura de concretagem e de vibração, consistência do concreto, metodologia de lançamento etc.;

d) ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes, de tal forma que não fiquem dúvidas para a correta execução da montagem.

A critério do responsável técnico da obra, quando da utilização de equipamentos industrializados com cargas admissíveis comprovadas para um tipo específico de montagem, o projeto de fôrma ou escoramento pode incorporar catálogos técnicos, manuais de instrução e montagem.

Um dos principais fatores que contribuem para uma boa execução das fôrmas de concreto é respeitar e assegurar as dimensões das peças estruturais respeitando uma série de tolerâncias. No caso, de vigas, pilares e lajes, cada um deles possuem tolerâncias dimensionais para a sua seção transversal, conforme tabela 2 da NBR 14931 (p.16, 2004):

Tabela 2 - Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície

Dimensão (a) cm	Tolerância (t) mm
$a \leq 60$	$\pm 5$
$60 < a \leq 120$	$\pm 7$
$120 < a \leq 250$	$\pm 10$
$a > 250$	$\pm 0,4 \% \text{ da dimensão}$

(fonte: NBR 14931, 2004, p.16)

Ou seja, uma viga hipotética com altura de 52 cm, na execução, a mesma não pode exceder uma altura de 52,5 cm ou menos de 51,5 cm. O mesmo ocorre para pilares, lajes e outros elementos estruturais.

Analisando o comprimento desses elementos, estes devem respeitar as medidas impostas em projeto. Os mesmos foram dimensionados para as cargas nele atuantes com o respectivo comprimento. Para isso fôrmas devem respeitar as tolerâncias, conforme Tabela 2 da NBR 14931 (p.16, 2004).

Outro fator importante na qualidade da estruturação de fôrmas de madeira é o nivelamento das mesmas. Os níveis de cada pavimento são demonstrados em projeto e devem ser respeitados.

A NBR 14931 (2004) também elenca isso, divulgando as equações de tolerância de nivelamento entre pavimentos em duas situações:

A) Antes da concretagem:

$$5 \text{ mm} \leq t \leq \frac{\ell}{1\ 000} \leq 10 \text{ mm}$$

Sendo  $t$  a tolerância e  $\ell$  o comprimento da peça.

B) Após a concretagem:

$$5 \text{ mm} \leq t \leq \frac{\ell}{1\ 000} \leq 40 \text{ mm}$$

Sendo  $t$  a tolerância e  $\ell$  o comprimento da peça.

Na montagem de pilares, ganham-se algumas particularidades devido a importância que este elemento tem dentro da construção. Haja vista que o mesmo é determinante para a correta locação e alinhamento da estrutura da edificação como um todo. Conforme a NBR 14931 (2004), determina-se a tolerância para a fixação do gualdrão de pilares de um pavimento em até 5 mm para mais ou para menos. Na montagem de fôrmas, também deve-se levar em consideração também o alinhamento e prumo dos elementos estruturais. Segundo ainda a NBR 14931 (2004), a tolerância de desaprumo ou desalinhamento deve ser menor ou igual a 1/500 ou 5 mm, adotando-se o maior valor.

Por fim, deve-se salientar, conforme a NBR 15696 (2009, p.8), que “as fôrmas devem ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite o surgimento do agregado miúdo da superfície do concreto”.

### 3.6 ESTRUTURAÇÃO

Para determinar a melhor qualidade para o serviço de concretagem é de suma importância o período da execução da carpintaria das fôrmas de concreto armado. É ele que determina a terminalidade de boa parte do serviço de concretagem. Como é citado em PRATA (2012, p.79):

Para garantir a qualidade da concretagem de pilares, vigas e lajes, é preciso utilizar fôrmas bem-feitas, com medidas precisas e material de qualidade, além de montá-las corretamente. Com isso evita-se vazamento de nata e o “embarrigamento” das peças, que pode comprometer o desempenho da estrutura e exigir reparos posteriores.

É importante, a base do processo, ter bons projetos de fôrmas estruturais, pois é a partir destes que se tiram as principais informações de dimensões das peças de concreto. Em um segundo momento, os carpinteiros estudam os desenhos e fazem os devidos recortes nas peças para posteriormente montá-las conforme projeto.

Conforme PRATA (2012, p.79):

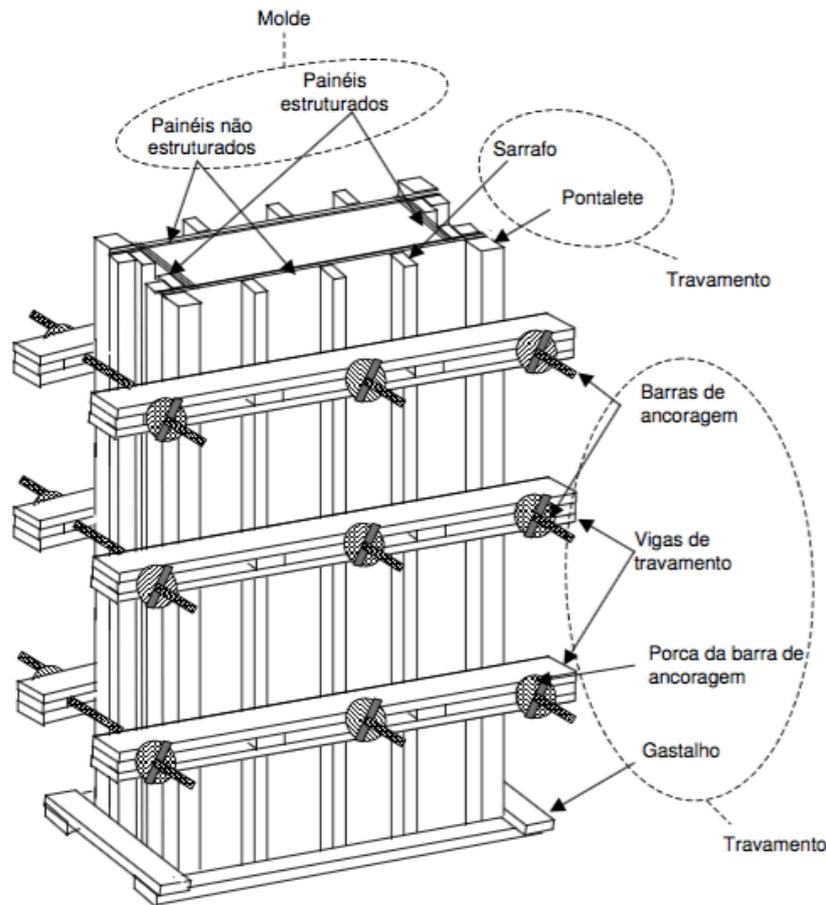
Os carpinteiros, então, estudam os desenhos e cortam os caibros, sarrafos e chapas de madeira compensada para fabricar as peças. Também posicionam as fôrmas nos pontos determinados em projeto, fazendo as marcações a partir dos eixos da obra – nesta etapa não há margem para erros – que podem comprometer o alinhamento dos pilares [...]

Portanto, neste item serão apresentados uma série de conceitos dos equipamento e peças confeccionas de suporte para as cargas solicitante devido ao peso próprio do concreto.

### **3.6.1 Estruturação de Pilares**

Um dos elementos mais importantes dentro do canteiro de obras são os pilares, são eles que dão a sustentação para as vigas, lajes e todas as solicitações de envolvidas no procedimento de cálculo estrutural. São peças importantes também porque determinam a locação da estrutura: um erro aqui pode determinar o erro de locação das peças subsequentes das vigas e lajes. Por isso é fundamental fazer a estruturação correta deste elemento.

Figura 4– Componente de estruturação das fôrmas de pilares



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.14)

Ao início do processo, com as marcações de eixos locadas e conferidas, o gastalho torna-se peça importantíssima no processo de travamento da base do pilar, como pode ser observado na figura 4. O mesmo é utilizado para posicionar os pilares dentro da obra, acompanhando-se a prumada do edifício, bem como determinar ou não se as medidas geométricas impostas em projeto estão corretamente executadas.

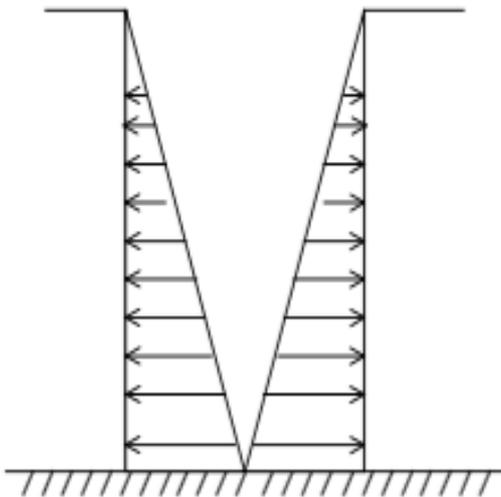
As barras de ancoragem em conjunto com as porcas de ancoragem dão suporte para fechamento da fôrma. São elas que fazem com que a fôrma não se abra durante o período de concretagem. Conforme NBR 15696 (p.14, 2009), é um acessório, denominado também de tirante, de particular importância na garantia da absorção dos esforços resultantes da pressão do concreto nas fôrmas.

Os pontaletes e sarrafos longitudinais ao elemento estrutural são de extrema importância para evitar eventuais deformações nos painéis estruturais, tanto no lado menor, como no lado maior da peça.

Por sua vez, os painéis de compensado plastificado determinam a qualidade da superfície do concreto. Além disso, quando em bom estado de conservação garantem a correta geometria da peça.

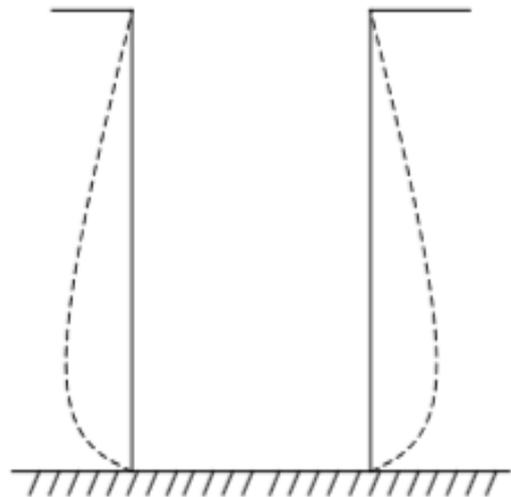
Os esforços atuantes na fôrma dos pilares são elencados por ARAUJO e FREIRE (p.10, 2004) conforme figuras abaixo:

Figura 5 – Carregamento horizontal devido ao peso próprio do concreto, vista frontal



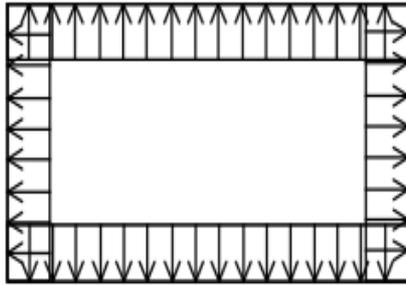
(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.10)

Figura 6 – Deformações das fôrmas resultantes devido ao carregamento horizontal, vista frontal



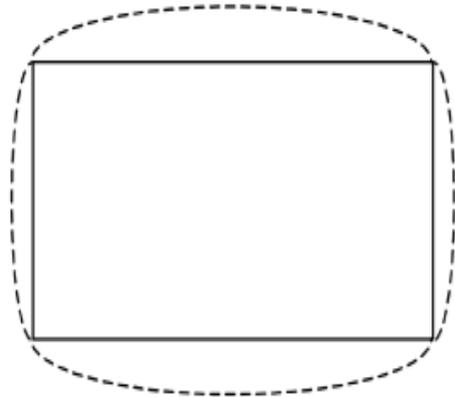
(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.10)

Figura 7 – Carregamento horizontal devido ao peso próprio do concreto, em planta



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.10)

Figura 8 – Deformações das fôrmas resultantes devido ao carregamento horizontal, em planta



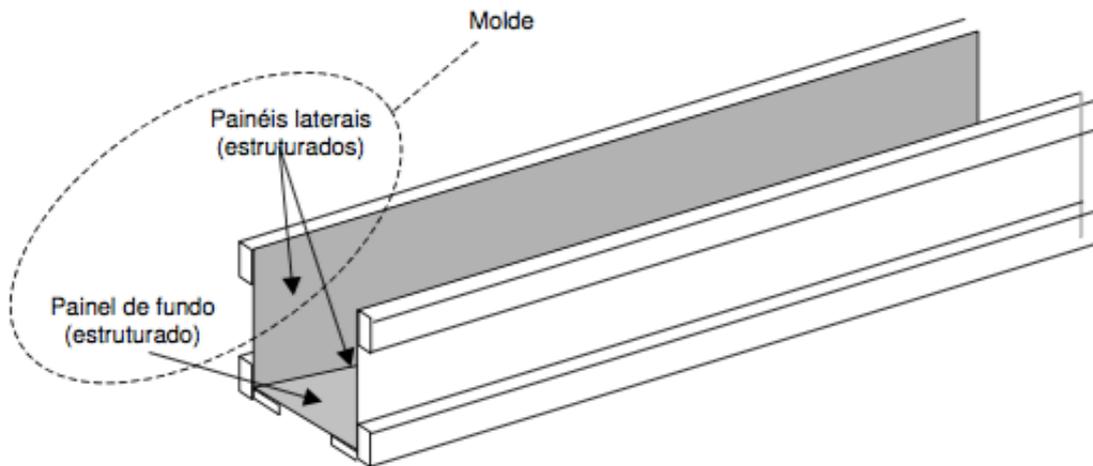
(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.10)

Como pode-se ver nas Figuras 5 e 7, a principal solicitação avaliada nesse processo é devido a cargas horizontais, determinando essa série de deformações verificadas nas Figuras 6 e 8. Por conseguinte, evidencia-se a necessidade da grande quantidade de peças para sustentação dessas cargas, afim de mitigar essas deformações, impedindo que haja aumento de seção do pilar e, além disso, diminuindo a possibilidade de perda de desempenho da estrutura.

### 3.6.2 Estruturação de vigas

A estruturação de vigas, conforme Figura 9, se dá de maneira mais simples, mas não menos importante que a de pilares, ARAUJO e FREIRE (2004) demonstra de maneira objetiva a estruturação de vigas.

Figura 9 - Componente de estruturação das fôrmas de vigas

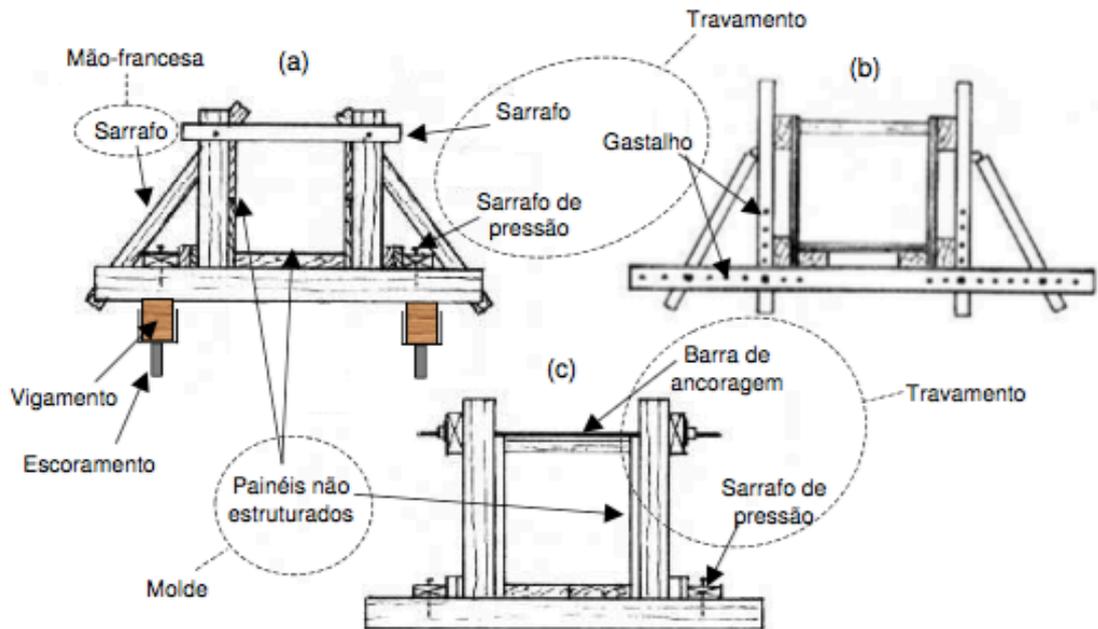


(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.16)

Com compensado plastificado como molde principal da fôrma para melhor acabamento, tanto para lateral como fundo de viga. Cabe elencar, que no exemplo acima, também há presença de cedro de seção 2,5cm por 7cm por todo comprimento da viga, estruturando o topo (laterais) e o fundo da viga.

Além disso, entra-se com o travamento lateral e de fundo dessas vigas, que são extremamente importantes para resistir aos esforços provenientes do concreto, como pode ser visto na figura 10.

Figura 10 – Diferentes tipos de estruturação de vigas

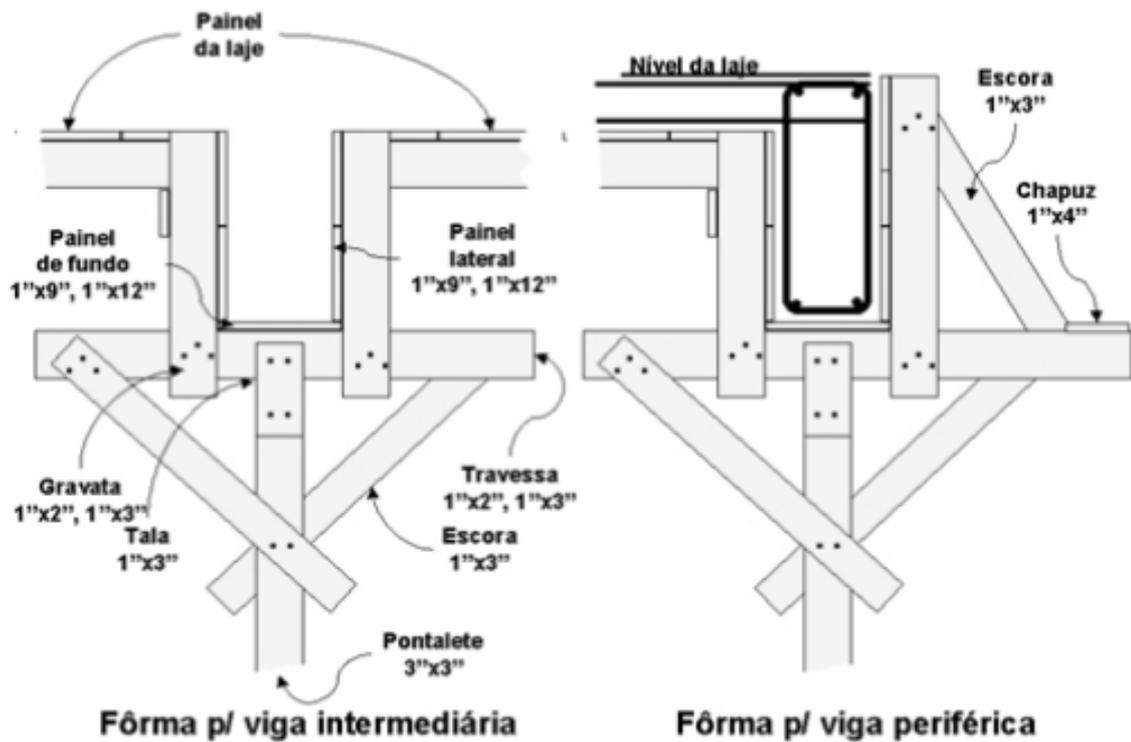


(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.17)

Conforme figura 10, os instrumentos principais para o travamento lateral são o gastalho, sarrafo, o sarrafo de pressão e barra de ancoragem. Essa última, é muito utilizado em vigas com altura maior que 60cm, adentrando no meio da mesma, com o objetivo de a viga não aumentar a sua seção nessa posição devido a uma flexão da peça.

Podemos observar também a partir da ilustração na figura 11, que segundo CREMONINI (2018) demonstra a necessidade de chapuz em vigas de extremidades, ou seja, em beiradas junto a fachadas.

Figura 11 – Corte estruturação de vigas

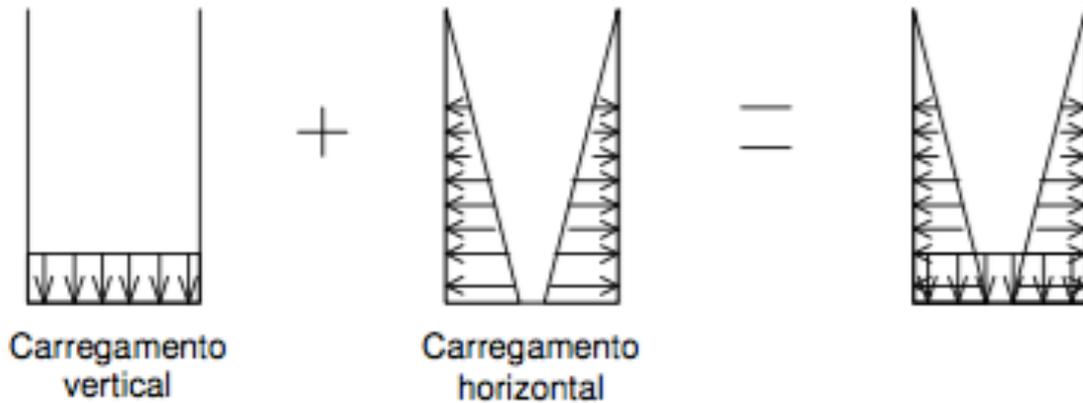


(fonte: Cremonini, 2018, p.18)

O estudo demonstrará, mais tarde a importância de colocação do chapuz. O mesmo é o responsável pelo travamento da fôrma no sentido horizontal na face de contato, como pode ser demonstrado na figura 11.

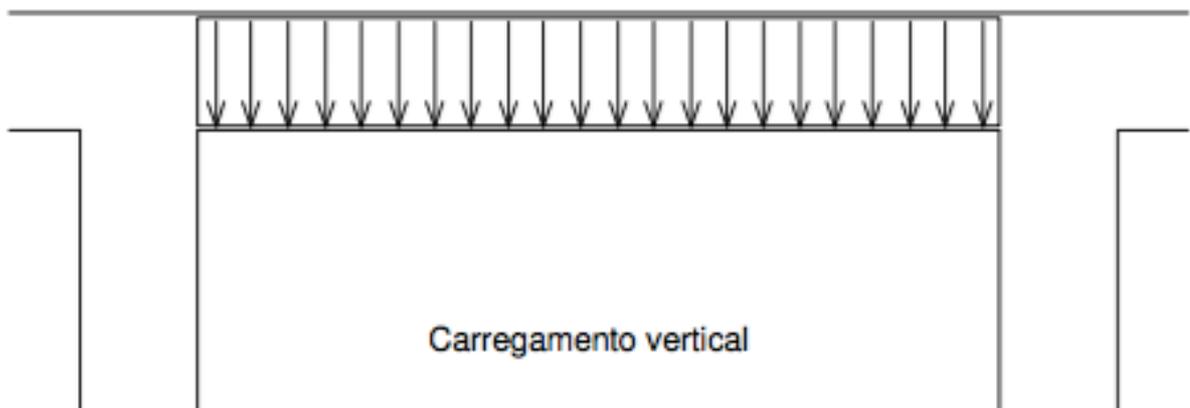
Além dessa flexão devido a uma carga horizontal, as vigas, diferentemente dos pilares, sofrem uma carga vertical muito importante que não é levada em consideração na estruturação de pilares já que a mesma é anulada no fechamento do mesmo com piso. Esta carga vertical atua não só na seção da peça, como também no sentido longitudinal da viga, conforme figuras 12 e 13:

Figura 12 – Atuação de cargas verticais e horizontais em vigas em corte



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.9)

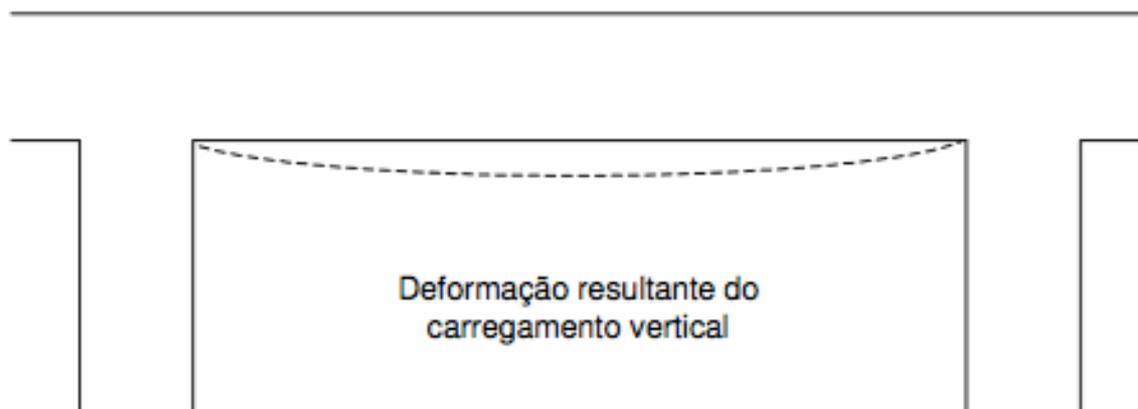
Figura 13 – Atuação de cargas verticais e horizontais em vigas em vista



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.9)

Tendo em vista os dois tipos de carregamentos vertical e horizontal, teremos a presença de três tipos de tendências de deformação. A primeira delas é sem dúvida, no sentido longitudinal da viga, devido ao carregamento vertical, como pode ser visto na figura 14:

Figura 14 – Deformação longitudinal na peça devido a carga vertical

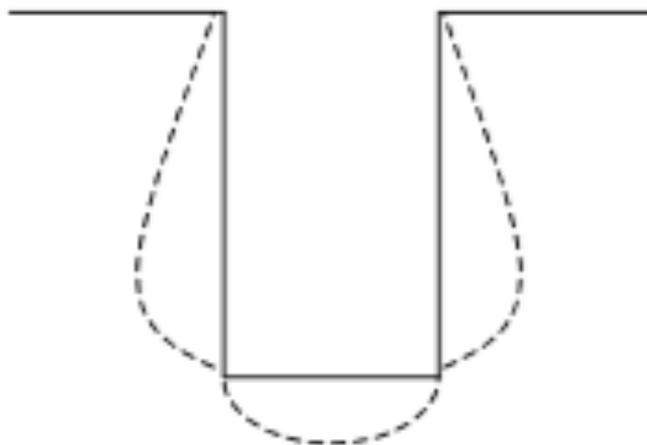


(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.9)

Nota-se que peça sofre uma flexão muito significativa, por isso a necessidade de travamento e escoramento, conforme projeto estrutural, nesses pontos. A não estruturação correta nesse caso, como pode ser visto na Figura 11 (forma acertiva), acarreta erros de nivelamento e dimensão da seção do concreto, gerando uma série de consequências que nos capítulos subsequentes serão abordados pelo autor.

Por sua vez, como a seção transversal da viga possui duas solicitações significativas. A figura 15 demonstra como as deformações da peça se manifestam:

Figura 15 – Deformação transversal da peça devido a carga vertical e horizontal



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.9)

Por fim, para o correto apoio do fundo de vigas é necessário o uso de escoramento, contendo segundo a NBR 15696 (2009):

- a) peso próprio dos elementos da estrutura de escoramento e das fôrmas;
- b) peso de todos os elementos da estrutura de concreto a serem suportados pela estrutura do escoramento, tais como lajes, vigas, paredes, capitéis etc.;
- c) cargas provenientes do método de lançamento do concreto sobre as fôrmas e o escoramento;
- d) carregamentos assimétricos sobre as fôrmas e escoramento;
- e) sobrecarga de trabalho na execução dos serviços de lançamento, adensamento e acabamento do concreto. A sobrecarga de trabalho deve ser de no mínimo 2,0 kN/m<sup>2</sup>, sendo que a carga estática total a ser considerada, além daquela em a) do item 4.2, não pode ser inferior a 4,0 kN/m<sup>2</sup>;
- f) impacto do lançamento do concreto: As cargas variáveis, em alguns casos, já incluem os efeitos normais de impacto. Entretanto, devem ser considerados no projeto, além dos valores estáticos das cargas, também os efeitos dinâmicos ou de impactos causados por máquinas, equipamentos utilizados no lançamento do concreto etc.;

[...]

A não estruturação correta do fundo e laterais da viga, nesse caso, além dos já mencionados erros de nível e geometria da peça, acarretam problemas de retrabalho para a obra entre outros que também serão abordados nos capítulos posteriores.

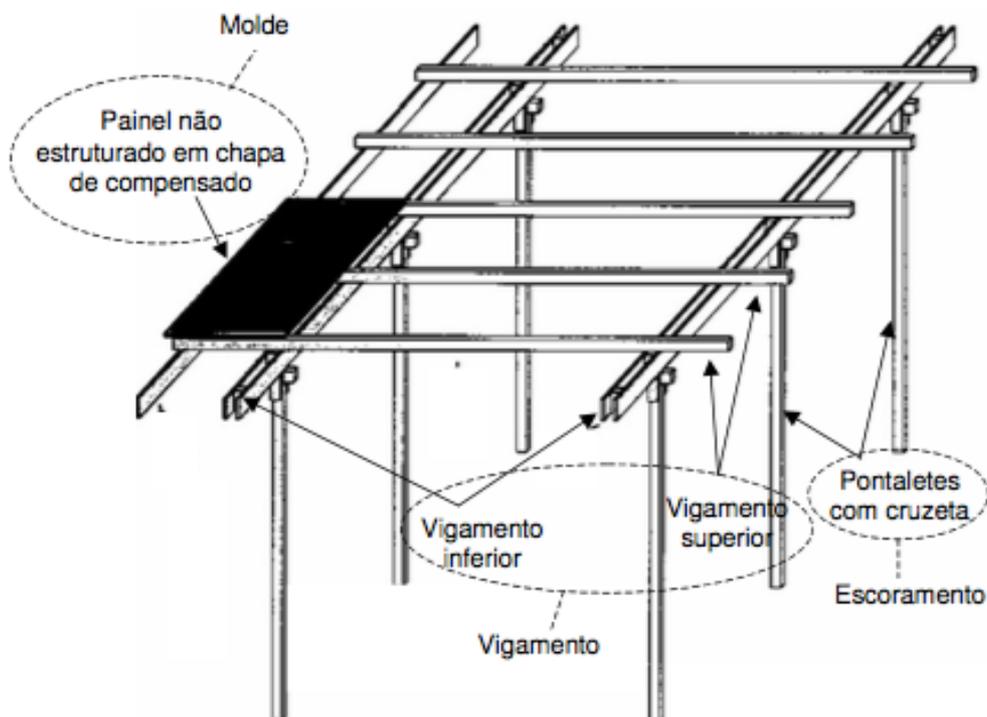
### 3.6.3 Estruturação de lajes

Após a concretagem de pilares, torna-se prioridade a montagem das fôrmas das vigas e lajes do respectivo pavimento. Segundo ARAÚJO E FREIRE (2004), as fôrmas de lajes devem ser estruturadas após a montagem das vigas.

Para a contenção das mesmas, no estudo de caso, são utilizadas vigas de estruturação longitudinais e transversais ao elemento que será concretado. Importante também o apoio das fôrmas das lajes através de escoramentos. Estes, segundo a NBR 14931 (2004), devem ser apoiados sob substrato de aço, concreto ou pavimento abaixo do respectivo a ser concretado.

Como pode ser visto na Figura 16:

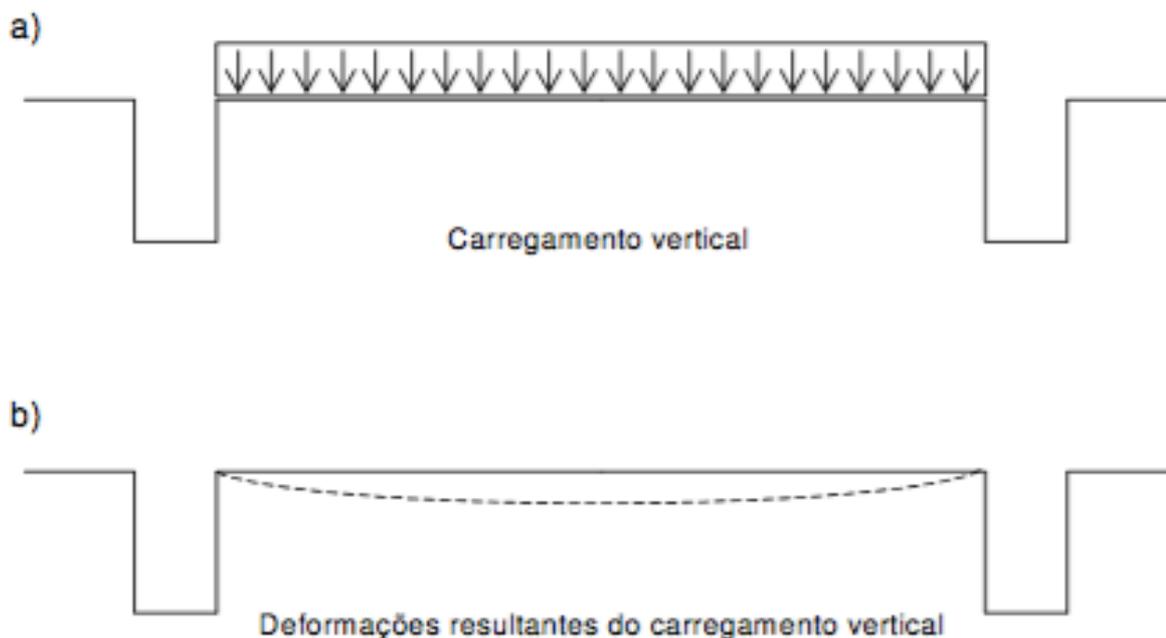
Figura 16 – Estruturação das fôrmas de lajes



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.18)

Após a estruturação dos elementos mencionados, são fixados os painéis de compensado plastificado acima dos mesmos. Ainda conforme NBR 14931 (2004), todos estes elementos devem ser dimensionados para resistir a todos os esforços antes, durante e após o período de concretagem. Sendo o peso próprio do concreto um dos principais agentes de deformação das fôrmas. A figura 17 demonstra a deformação resultante do peso próprio do concreto atuando:

Figura 17 – Carregamento e deformação em lajes



(fonte: ARAUJO e FREIRE, 2004, p.9)

Essa deformação resultante, explica a necessidade (em alguns projetos de fôrma) de viga superior e inferior da fôrma, necessárias não só para distribuir as cargas pontuais aplicadas pelo escoramento como também, principalmente, conter as cargas verticais impostas pelo peso próprio do concreto.

#### 4. REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO

Neste capítulo serão abordados todos os conceitos e especificações relacionados ao revestimento argamassado interno. Serão elucidados os tipos de materiais utilizados, procedimentos de preparo e execução, especificações técnicas, bem como nomenclaturas e definições.

Além disso, será dado um panorama geral de forma objetiva, dos tipos e alternativas ao uso do revestimento argamassado bem como o conceito geral e funcionalidade do que é revestimento dentro do contexto da engenharia civil, com outras alternativas adicionais ao revestimento feito com argamassa.

Este capítulo, ainda, dará o embasamento teórico das boas práticas de engenharia na execução do revestimento argamassado interno em tetos de concreto e paredes de alvenaria.

## 4.1 INTRODUÇÃO E TIPOS DE REVESTIMENTO INTERNO

Podemos subdividir os revestimentos em dois grandes grupos, os internos e os externos. Neste trabalho será dado importância somente ao primeiro, mais especificamente – o argamassado.

Segundo OLIVEIRA (2018), os revestimentos tem a função de sozinho ou junto ao seu suporte possuir uma ou mais funções de: estanqueidade, isolamento térmico, isolamento acústico e estética.

Segundo COLEN et al. (2018), as características gerais dos revestimentos são:

Os revestimentos de paredes, exteriores e interiores, devem:

- ser compatíveis com a natureza e a função dos respectivos suportes;
- em regra, conferir aos paramentos: uma superfície sem defeitos e com características que facilitem a respectiva limpeza; resistência mecânica satisfatória às ações de abrasão, riscagem, choque e outras, quando confinem com espaços de passagem, públicos ou de uso comum;
- ser coesos e aderentes aos respectivos suportes, e apresentar resistência às ações climáticas decorrentes da exposição e às ações provenientes da utilização normal, mantendo as características e aspecto por um período de tempo compatível com a dificuldade e o custo de manutenção e reparação.

É importante elencar que segundo COLEN et al. (2018), existem alguns tipos de revestimento, destaca-se entre eles os revestimentos em ligantes com base em cimento e cal, revestimentos em ligantes com base em gesso, revestimentos em materiais cerâmicos e revestimentos em pedra natural. As figuras 18 (a) e 18 (b) ilustram tipos de revestimentos.

Figura 18 (a) – Placas de gesso para revestimento em alvenaria



Figura 18 (b) – Revestimento não aderido pétreo mais comumente utilizado em fachadas



(fonte: COLEN et al., 2018)

As figuras 18 (a) e 18 (b) ilustram formas alternativas ao convencional revestimento argamassado interno.

Silva (2011) mostra a importância de revestimento a base de pasta de gesso aplicado por projeção mecanizada, para alvenarias de blocos cerâmicos e de concreto, pilares, vigas e lajes de concreto armado, em áreas internas de edifícios. Silva (2011), ainda, cita que o sistema de revestimento com gesso projetado é aplicável apenas em áreas internas do edifício, isto é, nos ambientes secos, não recomendando a utilização também em áreas molháveis e molhadas de edifícios. A figura 19 demonstra como é a sua aplicação.

Figura 19 – Aplicação de projeção de revestimento à base de gesso



(fonte: SILVA, 2011)

Demonstra-se, portanto, que há, cada vez mais, novas tecnologias e alternativas ao uso convencional do revestimento argamassado interno.

## 4.2 DEFINIÇÕES, NOMENCLATURAS E CONCEITOS GERAIS DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO

Focando na ideia central do trabalho, um dos fatores mais importantes que pode-se destacar em um dos principais conceitos do revestimento argamassado é citado por MACIEL (1998):

É importante ressaltar que não é função do revestimento dissimular imperfeições grosseiras da base. Na prática, essa situação ocorre com muita frequência, devido à falta de cuidado no momento da execução da estrutura e da alvenaria, que ficam desaprumadas e desalinhadas. Com isso é necessário “esconder na massa” as imperfeições, o que compromete o cumprimento adequado das reais funções do revestimento.

Com base nisso, pode-se dizer, desde já, que erros em estruturas de concreto não podem ser escondidos no revestimento argamassado interno e, se escondidos, podem acarretar problemas.

Aprofundado o estudo do revestimento argamassado interno e com base na NBR 13529 (2013) serão abordados nomenclaturas e definições nos itens 4.2.1 ao 4.2.5.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

#### **4.2.1 Revestimento de argamassa**

Cobrimento de uma superfície, no caso estudado no presente trabalho, serão superfícies em alvenaria – paredes - e superfícies em concreto armado – lajes, vigas e pilares. Este revestimento pode ser feito em uma ou mais camadas, tornando-se apto a receber acabamento superficial decorativo ou ser o próprio acabamento final.

#### **4.2.2 Base ou substrato**

A sua definição, segundo a NBR 13529 (2013) é toda parede ou teto constituídos por material inorgânico, não metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado.

Cabe salientar a importância desse conceito para o decorrer do trabalho. A base pode não só ser a parede - em grande parte de sua área em alvenaria - como também a laje, viga ou pilar de concreto armado.

Neste trabalho, entretanto, não será avaliada a base do revestimento, no caso a alvenaria de blocos cerâmicos. Isso foi delimitado, devido ao fato da obra do estudo de caso possuir um procedimento extremamente consolidado, com uso de gabaritos, tornando desprezíveis os desalinhamentos verticais da parede de alvenaria.

#### **4.2.3 Revestimento de camada única ou dupla**

Revestimento com uma única camada é constituído por somente um tipo de argamassa e uma ou mais demãos. Diferentemente do revestimento de camada dupla que possui emboço e reboco sobre a base do revestimento.

#### **4.2.4 Chapisco, Emboço e Reboco**

Chapisco é a primeira camada. Pode-se dizer, segundo a NBR 13529 (2013) que é a camada de regularização e uniformização da aderência e absorção do revestimento a se aderir.

O emboço, podendo ser ou não a camada final antes de um acabamento decorativo superficial, serve para a regularização da base ou chapisco. O mesmo pode também, dependendo de especificação de projeto, ser o acabamento final do elemento.

O reboco, por sua vez, comporta-se como a camada posterior ao emboço. Podendo ser o acabamento final ou um serviço anterior ao acabamento superficial decorativo.

Quando se fala em acabamento decorativo, são, em geral, pinturas, cerâmica, pedras, lâminas têxteis, entre outros.

#### **4.2.5 Acabamentos superficiais**

Um dos principais acabamentos utilizados na construção civil é o acabamento sarrafeado. Tal acabamento é constituído quando o revestimento é regularizado com régua.

Outro termo que será também utilizado no trabalho e muito presente dentro da construção civil é o acabamento desempenado. Muito utilizado como acabamento um pouco mais liso, pois é obtido após ser sarrafeado, sendo alisado com desempenadeira.

### **4.3 MATERIAIS E INSTRUMENTOS PARA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO**

Segundo a NBR 13529 (2013) uns dos principais materiais e ferramentas utilizados são telas, grampos, colher de pedreiro, desempenadeira, régua e esponja. Exemplificados pela figura 20.

Figura 20 – Materiais utilizados para execução de serviços de revestimento argamassado



(fonte: PRATA, 2011, p.55)

Ganha destaque nesses materiais a tela. A função e constituição da mesma é, conforme NBR 13529 (2013):

Malha formada por fio de aço galvanizado ou de outro material, com resistência à alcalinidade e à oxidação empregada como reforço para fixação ou controle da fissuração do revestimento.

São elas que darão resistência ao revestimento em alguns casos particulares quando a espessura final do revestimento for excessiva.

#### 4.4 TIPOS DE ARGAMASSA E CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO

Temos três tipos de argamassa segundo a NBR 13529 (2013) que são relacionadas aos três tipos de camadas existentes. Dentre elas argamassa de chapisco, argamassa de emboço e, por fim, argamassa de reboco.

Em relação ao fornecimento de argamassa, conforme ainda a NBR 13529 (2013), existem 4 tipos de fornecimento. São eles: argamassa dosada em central, argamassa preparada em obra, argamassa industrializada e mistura semipronta para argamassa.

Ganha destaque, a argamassa dosada em central, haja vista que, no estudo de caso do apresentado neste trabalho, será utilizada. A NBR 13529 (2013), acrescenta: “argamassa simples ou mista cujos materiais constituintes são medidos em massa”.

#### 4.5 ESPECIFICAÇÕES DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO

O presente item versa sobre as especificações técnicas dentro da execução do revestimento argamassado segundo NBR 13749 (2013).

##### 4.5.1 Condições e características

Conforme a NBR 13749 (2013), os revestimentos devem ser compatíveis com o acabamento decorativo posterior. Além disso, é de extrema importância que, a partir da primeira camada em contato com a base, a resistência seja decrescente ou uniforme.

O aspecto da mesma é extremamente importante. Deve-se ter aspecto uniforme, regular e sem imperfeições.

Uma das na constituição do revestimento é a espessura do mesmo. Conforme tabela da NBR 13749 (2013):

Tabela 3 – Espessuras em milímetros de revestimento interno e externo

Revestimento	Espessura
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

(fonte: NBR 13749, 2013, p.2)

#### 4.5.2 Geometria do revestimento

Outras características importantes são a regularidade, o nivelamento e o prumo. O nivelamento do mesmo não deve exceder, segundo a NBR 13749 (2013),  $L/900$ , sendo L o maior comprimento do vão do teto. O prumo, por sua vez, seu desvio não deve exceder  $H/900$ , sendo H a altura da parede em metros.

Por fim, a argamassa deve apresentar aderência com a sua respectiva base. O revestimento, como um todo, em suma, deve possuir aderência entre as suas camadas.

#### 4.6 PREMISSAS PARA INÍCIO DO SERVIÇO

Conforme NBR 7200 (1998), algumas premissas são extremamente importantes na preparação para a etapa de revestimento argamassado interno.

A primeira premissa elucidada na NBR 7200 (1998) é de que as bases de revestimento de estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais devem atingir a idade de 28 dias. Para o caso de alvenarias não estruturais e não armadas o período mínimo aceito é de 14 dias.

A posterior aplicação de emboço, em sequência: o chapisco, deve-se respeitar o espaço de tempo de 3 dias entre as respectivas camadas. Em alguns casos, conforme ainda a NBR 7200 (1998), climas quentes com temperatura acima de  $30^{\circ}\text{C}$ , pode-se reduzir este período.

Além disso, ainda se evidencia que o emboço de argamassa de cal deve possuir 21 dias para início do reboco. Já para emboço de argamassa mista ou hidráulicas, este prazo é antecipado para 7 dias. Para o revestimento decorativo superficial deve-se respeitar um prazo de 21 dias posterior o término do revestimento argamassado completo.

Entretanto, segundo ainda a NBR 7200 (p.3, 1998), para revestimentos de argamassas industrializadas ou dosadas em central, estes prazos podem ser alterados, se houver instrução específica do fornecedor, com comprovação através de ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO.

## 4.7 TÓPICOS IMPORTANTES NOS PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

O presente item apresenta importantes questões do procedimento de execução de revestimento argamassado, onde serão abordados os principais temas de forma breve e direta, sendo os itens 4.6.1 ao 4.6.5 desenvolvidos com apoio da NBR 7200 (1998).

### 4.7.1 Condições da base

Além das condições de regularidade, nivelamento e prumo elencados no item 4.5.2, é importante elucidar a importância de molhar a base previamente (a fim de não haver perda de água da massa), antes do início dos serviços, com exceção de blocos de concreto. Devendo-se fazer aplicação de chapisco quando a mesma possuir baixa absorção.

Outro fato importante pouco lembrado durante a construção é, conforme a NBR 7200 (1998, p.5):

Deve ser observada a presença de infiltração de umidade nos planos a serem revestidos, definindo-se soluções para a eliminação da infiltração antes de prosseguir com os demais procedimentos de preparação da base.

Ou seja, fissuras, imperfeições na supraestrutura que propiciem a infiltração de água através do concreto, devem ser corrigidas antes mesmo de dar início no serviço de revestimento.

### 4.7.2 Correções de irregularidades

O procedimento de correção de irregularidades ganha extrema importância no caso em estudo, haja vista que é o momento também onde são mapeadas imperfeições na supraestrutura antes não detectadas.

Atendendo a premissa de que devemos ter bases cujas superfícies devem ser planas e uniformes, devem ser retiradas pontas de aço e rebarbas de concreto aparentes.

A NBR 7200 exige que para possíveis falhas em até 50 mm de profundidade, usa-se apenas enchimento com argamassa. No caso de correção de rasgos para entrada de tubulações acima de 50 mm, deve-se usar tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

A mesma ainda elenca que as correções das falhas da base devem ser feitas com materiais semelhantes aos da alvenaria, utilizando-se a argamassa definida para o assentamento ou para o emboço. Ainda, prevê-se que enchimentos acima de 50 mm devem ser feitos em duas etapas com intervalo de 24 horas entre camadas.

#### **4.7.3 Limpeza da base**

Importante fator para a remoção da sujeira e limpeza da base é primeiramente escovar e lavar a superfície ou aplicar jato de água sob pressão. Quando necessário, deve ser empregada espátula para retirar restos de compensado plastificado presos na estrutura de concreto.

#### **4.7.4 Aplicação do chapisco**

Um das principais premissas para a sua aplicação é a sua fluidez. Ela garante maior facilidade para penetração na base, melhorando a interface de aderência entre revestimento e base. Como pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 – Aplicação de chapisco



(fonte: PRATA, 2011, p.56)

Um fator, que ganha destaque na construção, é a área de aplicação do chapisco. O mesmo deve ser aplicado por lançamento, rolado ou jateado, com cuidado de não cobrir completamente a base. As opções técnicas para execução deste serviço são diversas, sendo utilizado no estudo de caso o chapisco rolado.

#### **4.7.5 Execução de emboço e reboco**

Etapa do processo mais importante do revestimento. Etapa de definição da espessura e demais parâmetros levantados nos itens 4.5.1 e 4.5.2.

Conforme a NBR 7200 (1998):

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

O plano de revestimento será determinado através de pontos de referência dispostos de forma tal que a distância entre eles seja compatível com o tamanho da régua a ser utilizada no sarrafeamento. Nestes pontos, devem ser fixadas taliscas de peças planas de material cerâmico, com argamassa idêntica à que será empregada no revestimento.

Destaca-se que é nesse momento que se define o posicionamento da talisca e conseqüentemente a espessura do revestimento como um todo. Como pode ser visto na Figura 22.

Figura 22 – Aplicação da talisca



(fonte: PRATA, 2011, p.56)

Ainda, destaca-se também a necessidade de material equivalente na massa de taliscamento com a massa do revestimento evitando eventuais problemas no mesmo, como por exemplo fissuras devido à diferença entre os materiais, por possuírem resistências e módulos de elasticidades distintas uns dos outros.

Atendendo ao projeto e as especificações levantadas no presente estudo através da NBR 13749 (2013), o revestimento pode ser aprovado sem demais ajustes.

## 5. RELAÇÃO DA SUPRAESTRUTURA E O REVESTIMENTO ARGAMASSADO

### 5.1 HABITE-SE

Na construção civil imobiliária, um dos principais pontos de atenção no momento da entrega da obra é o Habite-se. Situação a qual tudo parece terminado, muitas vezes pode-se ter um viés no momento da liberação junto à prefeitura.

Habite-se é o nome dado também para Carta de Habitação segundo PORTO ALEGRE (2015). Nele é feita uma série de exigências. Além de toda a documentação exigida é feita também uma vistoria à edificação, para, enfim, verificar se a mesma atende ao que consta nos documentos e projetos entregues junto à prefeitura.

É neste momento em que há conferência das dimensões, volumes, áreas, número de janelas, entre outros parâmetros. Logo, o Habite-se torna-se, portanto, mais um variável a ser atendida durante todo o período da obra.

Além disso, é processo que por muitas vezes pode se dar de forma bem lenta, variando de 30 a 45 dias conforme CHIQUITELLI (2017). Ou seja, uma reprovação no processo do Habite-se prejudica e pode atrasar a entrega de uma obra.

Atrasos em obras podem prejudicar e gerar um efeito cascata no empreendimento e ao empreendedor. Conforme REIS (2010), atrasos em obra podem gerar: aumento de custos, problemas de fluxo de caixa, indisponibilidade de equipes, perda de credibilidade, perda de clientes e devolução de suas parcelas e por fim, talvez, o mais oneroso, as indenizações.

Por conseguinte, relacionado ao tema proposto aqui, o Habite-se pode vir de encontro nas questões não só de supraestrutura como também do próprio revestimento argamassado. Em um caso hipotético de projeto, um ambiente cuja uma das dimensões de projeto é 5 m de comprimento. No entanto, por erros na supraestrutura essa dimensão aumentou para 5,03 m. Uma das saídas adotados pelos mestres e engenheiros de obras é aumentar a espessura de revestimento argamassado ou até mesmo refazer parte de elementos estruturais, visando não

alterar as dimensões previstas no projeto. Vale ressaltar que o inverso, de forma não menos comum, também pode ocorrer: mudanças de projeto devido a erros de execução.

## 5.2 OBTENÇÃO DE DESEMPENHO NO REVESTIMENTO ARGAMASSADO QUANDO AS ESPECIFICAÇÕES DE ESPESSURA NÃO PODEM SER ATENDIDAS

Segundo o THOMAZ (2010):

[...] aceitam-se espessuras variando até 4 ou 5 cm. Para espessuras maiores, há necessidade de cuidados especiais, como aplicação em duas ou mais camadas, encasquilhamento do emboço, reforço com telas metálicas e outros.

Em alguns momentos é necessário uso de espessura maior que o previsto na NBR 13749 (2013). Faz-se o uso, portanto, de procedimentos que não estavam previstos em orçamento, obtendo-se um custo maior na composição do serviço.

## 5.3 ORÇAMENTAÇÃO

Conforme a NBR 12721 (2006) as definições das nomenclaturas abordadas anteriormente no texto também possuem definição na respectiva norma:

- a) chapisco:- camada de argamassa aplicada sobre a base de revestimento, com a finalidade de preparar sua superfície para receber o revestimento;
- b) emboço:- camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de acabamento, ou constituir-se no acabamento final;
- c) reboco:- camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber camada de acabamento ou constituir-se no acabamento final;

Logo, fica evidente, devido a tal semelhança na descrição dessas atividades, que o levantamento da composição desse serviço no orçamento de uma obra é imprescindível.

Segundo modelo de orçamentação da NBR 12721 (2006), devem ser feitas tabelas que informem todas informações de projeto do revestimento. Informações que determinam o

padrão, o tipo de revestimento, a quantidade, espessura e quantidade de áreas. Além disso a mesma determina um acompanhamento no mínimo semestral do custo da obra até então.

Segundo a NBR 12721 (2006) deve revisar o orçamento através da equação abaixo:

$$O_a = D_e + D_r$$

Onde:

$$D_r = (M_o - M_e)c.i + V_r + D_f - E - A$$

Sendo:

$O_a$  – orçamento atualizado

$D_e$  – despesas já efetuadas

$D_r$  – Despesas a realizar

$M_o$  – quantidade total de cada serviço, medida no projeto

$M_e$  – quantidade executada de cada serviço, medida em obra

$c$  – custo unitário atualizado de cada serviço

$i$  – coeficiente para atender ao aumento de custo previsível no semestre subsequente

$V_r$  – valor atualizado de itens do orçamento ainda não realizados e considerados por estimativa global (verba)

$D_f$  – despesas a pagar, referentes a serviços já realizados ou materiais em estoque

$E$  – valor atualizado, estimado, dos materiais já pagos, em estoque

$A$  – adiantamentos feitos a empreiteiros ou a fornecedores

Logo, fica evidente que independente de qual for a atividade há uma diferença já prevista entre o orçado e o executado. Para o serviço de revestimento pode ser muito ou pouco impactada.

## 6. METODOLOGIA

Neste capítulo será dado um panorama geral de como foram elaborados os métodos de levantamento de dados do trabalho. Apresentou-se a obra do estudo de caso, demonstrando as suas peculiaridades que, de fato, influenciaram na escolha ou descarte de variáveis de análise.

### 6.1 APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO PARA VIABILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE TRABALHO

O empreendimento do estudo de caso, possui duas torres, nomeadas como Torre Norte e Torre Sul. A Torre Norte possui sete pavimentos, 26 unidades, mais dois subsolos de estacionamento com cobertura em telhado verde, piscina térmica interna, piscina externa, fitness e salão de festas. A Torre Sul, por sua vez, possui nove pavimentos, 53 unidades, também possui salão de festas e espaço gourmet, hall de entrada da torre em pé direito duplo com um espelho d'água. Ambas torres apresentando apartamentos de médio a alto padrão com possibilidades de apartamentos personalizados em planta e, por fim, os apartamentos da cobertura em formato duplex.

A localização do empreendimento de aproximadamente 4.000 metros quadrados fica no Bairro Menino Deus em Porto Alegre, apartamentos do terceiro andar de ambas as torres já possuem visão do Lago Guaíba.

Adentrando nas especificações mais técnicas, o modelo escolhido para o empreendimento em fôrmas de concreto armado foi um sistema misto de fôrmas de madeira, com escoramento todo metálico. O tipo de vedação adotado pode ser dividido em duas partes: alvenaria de blocos cerâmicos para paredes de fachada e divisão entre apartamentos, nas divisões internas foi utilizado drywall. O tipo de revestimento escolhido foi o revestimento argamassado tanto externo (fachada), como o interno. Na figura 23 podem ser vistos a apresentação final do empreendimento.

Figura 23 – Empreendimento finalizado



(fonte: do autor)

O estudo de caso conseguiu acompanhar a finalização da supraestrutura de concreto armado de ambas as torres e boa parte da alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. O andamento físico-financeiro da mesma esteve na média de 2 % ao mês, um número pequeno considerado pela empresa, já que a obra estava sendo financiada a recursos próprios, sem a entrada de bancos ou financeiras até, pelo menos, o mês de setembro de 2018.

Figura 24 – Empreendimento em andamento



(fonte: do autor)

Uma das características mais importantes deste empreendimento é a personalização e pouca repetitividade, dos nove andares da torre sul, apenas quatro são pavimentos tipo, isto é, pavimentos com configuração exatamente igual, no caso da torre norte este número de pavimento tipo se repete da mesma forma. Logo, o empreendimento se caracteriza pela alta

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

personalização e variabilidade, completamente diferente de empreendimentos onde se tem muita repetitividade e pouca variabilidade dentro da edificação.

## 6.2 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA

O espaço amostral de análise da supraestrutura consiste em 4 apartamentos, cujas identificações são dadas como: Ap. 404 – Torre Sul, Ap. 303 – Torre Sul, Ap. 201 – Torre Norte e Ap. 504 – Torre Norte. Foi realizada, na planta de cada apartamento, uma sinalização em vermelho das estruturas em estudo, essas imagens podem ser visualizadas no APÊNDICE A. Para exemplificar, na figura 25, é demonstrada a sinalização do apartamento de cuja identificação é Ap. 504 – Torre Norte.

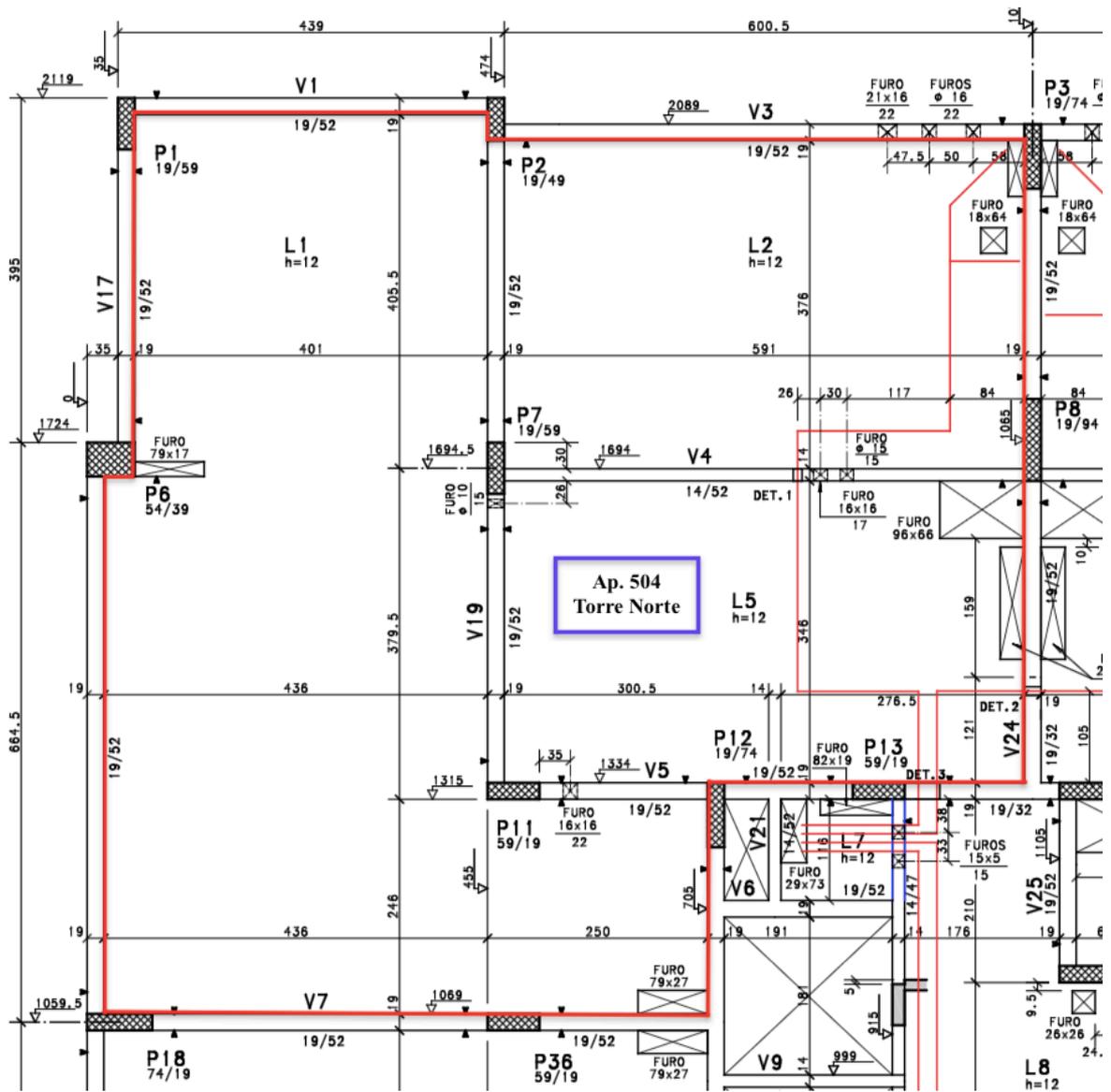


analisado, visto que não há encontro de alvenaria junto a eles, ou seja, não há encontro de revestimento argamassado.

Para auxílio na coleta de dimensões, foi utilizado o “projeto estrutural”, como era denominado e disponibilizado pela obra. Neste projeto constam as dimensões de concreto pronto e seco de pilares, vigas e lajes, bem como o nível do pavimento.

Seguindo uma linha didática de comparação foi exposto este projeto também do Ap. 504 – Torre Norte na figura 26.

Figura 26 – Planta estrutural, com delimitação, sinalizada em vermelho, do apartamento – Ap. 504 – Torre Norte

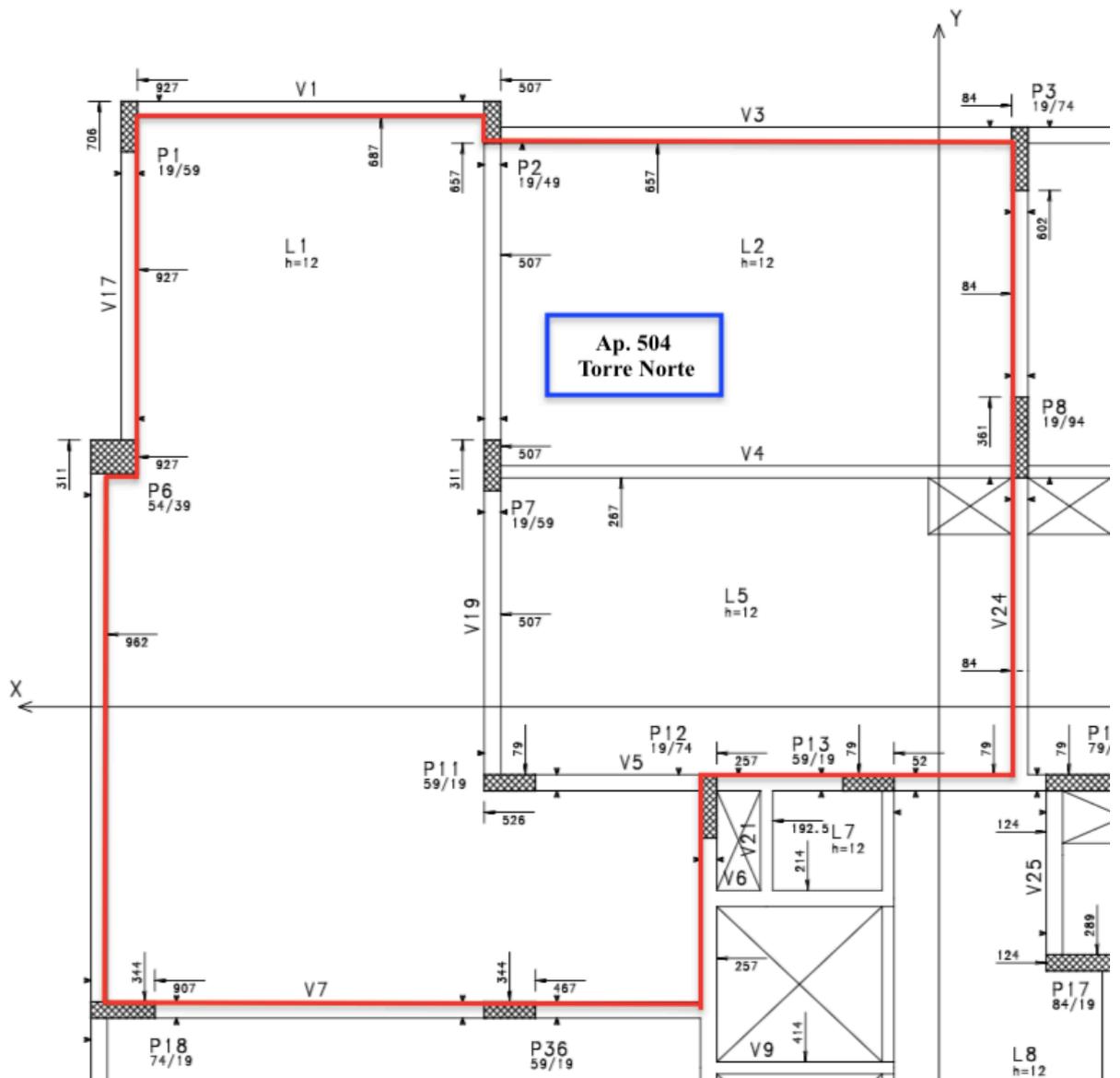


(fonte: do autor)

Diferentemente da figura 25, a figura 26 possui além das dimensões dos elementos, possui a identificação dos elementos, viga com identificação do tipo V7, V17 e assim sucessivamente; pilares com identificação P18, P36 e assim por diante e lajes com L1, L2 e L5, ou seja a inicial do elemento mais um número ao lado para sua diferenciação. Na identificação em planta da dimensão da seção dos pilares vale ressaltar que ela é feita da seguinte forma “xx/yy” sendo “xx” o comprimento da seção do pilar no eixo x e “yy” o comprimento da seção em y, exemplificado pelos pilares P18 e P1, cujas dimensões, respectivamente são 74/19 e 19/59. Para vigas se dá de forma semelhante com configuração “xx/yy”; entretanto, é fixado “xx” como a largura da seção transversal da viga e “yy” como a altura.

Para obtenção de dados de locação dos elementos estruturais de vigas e pilares, foi utilizado um projeto de eixos também fornecido pela obra. A figura 27 apresenta os dados de locação em relação aos eixos x e y com a sinalização em vermelho do perímetro do apartamento.

Figura 27 – Planta de localização de elementos estruturais, com delimitação sinalizada em vermelho – Ap. 504 – Torre Norte



(fonte: do autor)

Como pode ser observado na figura 27, as setas com a numeração horizontal indicam a distância da face do elemento ao eixo y e a numeração na vertical é, da mesma forma, a distância da face do elemento, porém, em relação ao eixo x.

As plantas de eixos, estrutural e modulação de todos os apartamento de análise podem ser visualizadas nos apêndices A, B, C e D, bem como as plantas sem alteração do autor nos anexo A.

## 6.3 ELEMENTOS E ITENS DE MEDIÇÃO E ANÁLISE

### 6.3.1 Prumo e largura de vigas

Dentro da análise da supraestrutura foram medidas as diferenças de prumo em três pontos por viga. Os pontos escolhidos são os encontros com pilares adjacentes e centro da viga, fazendo, por fim uma média de desvios de prumo por viga. O instrumento utilizado para esta medição foi o prumo de linha e trena metálica. Estes instrumentos foram apresentados no item 3.1.2 do trabalho.

### 6.3.2 Nível de teto de lajes

Para análise da planicidade da parte inferior da laje de concreto armado, onde será executado o revestimento argamassado de teto, foram escolhidas linhas imaginárias espaçadas em 1 m. Cada linha com no mínimo 3 pontos de análise de nível espaçados também em no máximo 1 m. O ponto central entre os três pontos foi escolhido devido a importância que o mesmo possui, pois, o estudo apresentado no item 3.6.3 mostra que neste ponto é onde ocorre a flecha máxima.

### 6.3.3 Locação de pilares

Com ajuda das linhas de eixo de projeto, foram medidas com trena as diferenças de locação com o executado em relação aos pilares de concreto armado. Estas medidas podem indicar a necessidade de possíveis desvios de esquadro de paredes e conseqüente rotação e desvio de alinhamento das respectivas paredes adjacentes que deverão ser corrigidos através do revestimento argamassado interno.

### 6.3.4 Prumo de pilares

Com ajuda de um prumo de linha, foram escolhidas duas faces de cada pilar: uma maior e outra menor. Exemplo: para pilares de 59 centímetros por 19 centímetros de dimensão, escolheu-se uma face de 59 centímetros e outra de 19 centímetros para serem medidas. Visando verificar o

prumo dos pilares, isto é verificar o alinhamento vertical deste elementos com um prumo de face (material apresentado no capítulo 3.1.2). Foram realizados três pontos de medição, sendo dois pontos de prumo na face maior e um na face menor.

### **6.3.5 Alinhamento e locação de vigas**

Também com ajuda de trena e, desta vez, um prumo de centro, foram medidas a locações das vigas de concreto armado em relação aos eixos da obra. Foram escolhidos três pontos, nas extremidade da viga e um no centro. Assim foi medido também, por conseguinte, possíveis desalinhamentos de vigas. Foram elaborados esquemas visuais para exemplificar este processo de levantamento no capítulo 7.1.1.

### **6.3.6 Dimensionamento de taliscas**

Após a análise da estrutura e de seus elementos, são analisadas as espessuras da taliscas, que indicam a espessura final do revestimento. Essa dimensão é o principal indicador de consumo de argamassa para o revestimento interno de cada parede. A partir da medida de todas as taliscas, foi apontado através do cálculo do volume o consumo final de argamassa por parede.

### **6.3.8 Avaliação do custo, perdas, desempenho de qualidade, correlação de dados e possíveis soluções**

O momento chave do trabalho foi a correlação dos valores medidos entre a supraestrutura e o revestimento argamassado interno. Elencando, também, a diferença de valores orçados e executados das paredes, levando-se em conta o orçamento estipulado pela obra.

Foi realizado um balanço final de todos levantamentos e análises, chegando-se a conclusões do peso dos erros e omissões na fase de execução da forma de madeira da supraestrutura de concreto armado.

Por fim, ressaltou-se a origem de erros, bem como possíveis soluções para os problemas ocasionados nas fases de carpintaria das fôrmas de madeira de concreto armado e do revestimento argamassado interno.

## 7. LEVANTAMENTO DE DADOS

Devido a grande variabilidade presente nos estudos de supraestrutura foi realizado um estudo prévio de caso para cada tipo de levantamento de dados em cada elemento. O objetivo desse estudo foi diminuir ao máximo o erro e variabilidade nos dados para uma posterior análise com mais precisão. Mais importante ainda salientar, que todos os valores expostos neste capítulo e neste trabalho são padronizadas em centímetros, seja nas tabelas expostas, seja no anexo e apêndices.

Serão expostos figuras e, principalmente, exemplos próprios do trabalho de tabelas resumidas com apresentação de dados para, em capítulos posteriores, comparar com valores de projeto, assim como, correlacionar e analisar as variáveis entre si.

### 7.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DE VIGAS

Para melhor didática do capítulo e demonstrar como foram feitos os levantamentos, foram realizadas algumas ilustrações esquemáticas para elucidar o processo. Para análise das vigas foram levantados dados de comprimento, largura, altura, desvio de prumo e locação.

#### 7.1.1 Dados de locação de vigas

Tendo as linhas de eixo marcadas por topografia no pavimento e em conjunto com projeto de eixos e locações de cada pavimento nos respectivos apartamentos em análise. Nesta etapa de locação de vigas utilizou-se prumo de centro com linha de nylon, executando três medidas por viga: os encontros com pilares adjacentes e o centro da viga.

É importante elucidar ainda, que esses levantamentos de dados foram feitos em duas etapas: primeiramente, marcou-se no piso o ponto de contato do prumo de centro. Posteriormente, com ajuda de uma trena metálica, mediu-se a distância deste ponto com linha de eixo do pavimento como pode ser observado na figura 28 (a).

Ressalta-se que a linha do prumo de centro era estendida do topo da viga, na sua parte interna, até alcançar a parte superior da laje de piso do andar com o objetivo de pegar o ponto de maior

erro da viga. Para melhor didática do processo, demonstrou-se essa coleta de dados nas figuras 28 (a), 28 (b), 29 e 30. Demonstrando os casos onde há desvios de prumo ou não, denotando a importância de se pegar no ponto mais alto da viga de encontro com a laje para não haver interferência deste desvio.

Figura 28 (a) – Medição com trena em relação ao eixo de projeto

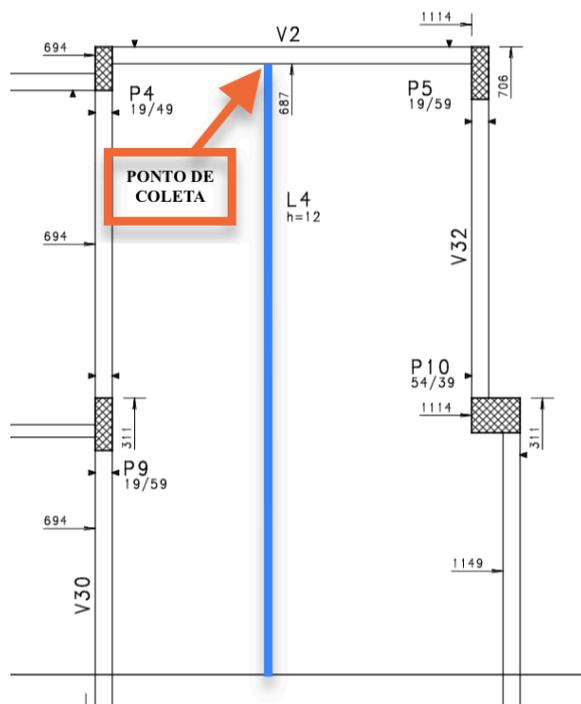
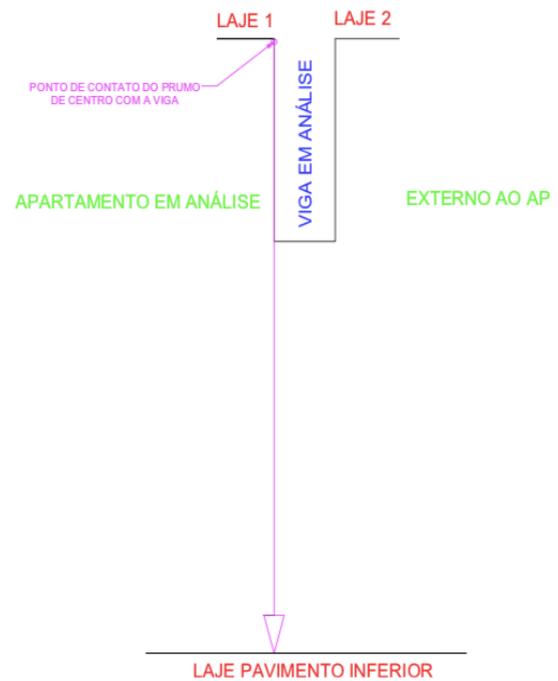


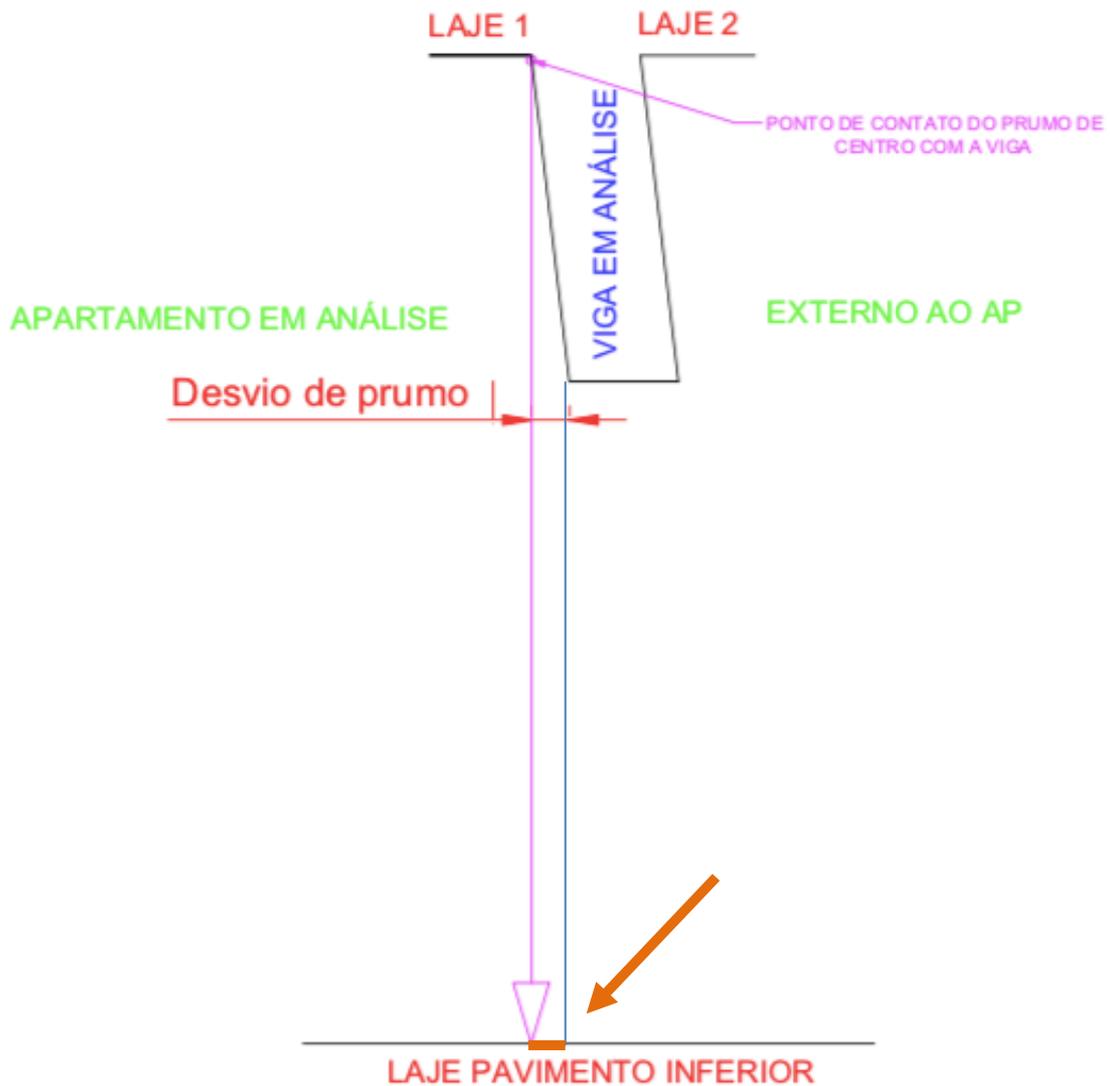
Figura 28 (b) – Locação da viga sem desvio de prumo



(fonte: do autor)

Na figura 28 (b) pode ser vista a única situação de uma viga cujo ponto de coleta de locação interna não seria afetado em pegar-se em cima ou na parte baixa da viga, haja vista que a mesma não apresenta qualquer tipo de abaulamento ou desvio de prumo.

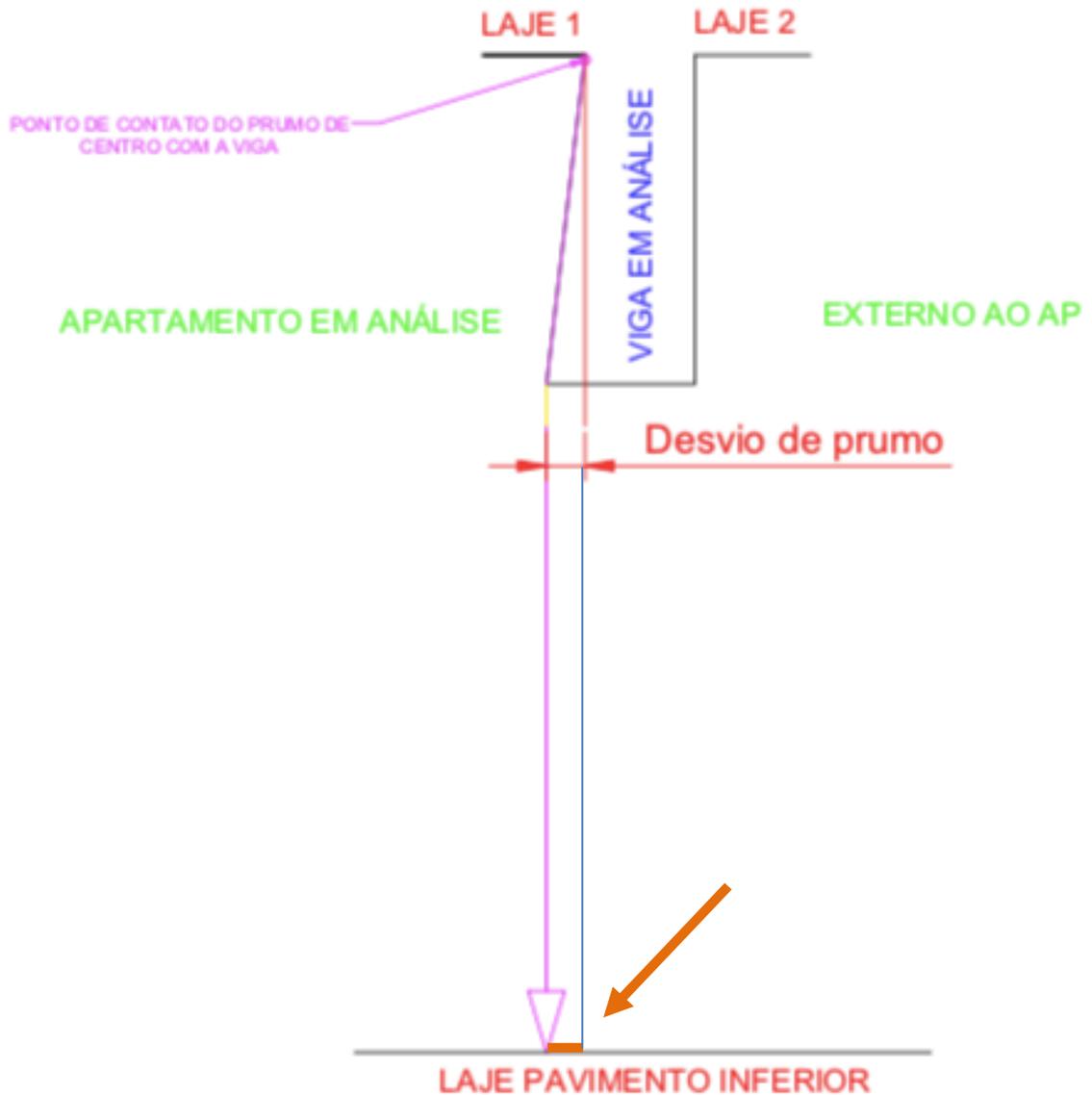
Figura 29 – Locação de viga com desvio de prumo para o lado externo do apartamento de estudo



(fonte: do autor)

Na figura 29 pode ser observado um erro (sinalizado em laranja) de prumo para o lado externo do apartamento em estudo, se fosse colocado o ponto de coleta da locação da viga na parte inferior haveria um erro, podendo até mesmo não demonstrar uma não conformidade ou conformidade na análise dos dados.

Figura 30 – Locação de viga com desvio de prumo para o lado interno do apartamento de estudo



(fonte: do autor)

Na figura 30, pode ser observado um erro (sinalizado em laranja) de prumo para o lado interno do apartamento em estudo. Neste caso a coleta no topo da viga supre a necessidade de pegar o ponto abaixo da viga já que a linha do prumo acompanha a amplitude de desvio da face interna da viga. Esse caso também demonstra que casos de abaulamento do centro da seção da viga também permitiriam a medição do erro, usando-se o ponto de locação a partir do topo da viga.

Na tabela 4 são expostos exemplos de valores de locação de 3 pontos de medição por viga de um apartamento, bem como a identificação de cada uma das vigas para melhor organização e

didática no processo. A tabela completa, com os dados de projeto e executados de vigas, podem ser visualizados nos apêndices E e F.

Tabela 4 – Dados de locação de vigas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]			
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Locação 1	Locação 2	Locação 3	Locação Média
Sul	3	303	V19	637,50	637,80	637,00	637,43
Sul	3	303	V29	114,10	114,00	114,30	114,13
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	33,30	33,50	32,30	33,03
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	32,70	32,70	32,50	32,63
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	32,50	33,00	33,40	32,97
Sul	3	303	V37	373,00	373,50	373,20	373,23
Sul	3	303	V20	667,10	668,50	668,00	667,87

(fonte: do autor)

A tabela 4 demonstra os 3 valores de locação: 1 e 3 são os pontos extremos da viga e locação 2 o ponto central da viga. A última coluna demonstra a média destes três valores, sendo esta média das medições extremamente importante para posterior análise.

### 7.1.2 Dados de comprimento, largura e altura de vigas

O comprimento de vigas foi dada de maneira simples. Através de trena pegou-se a distância entre pilares e definiu-se esse como o trecho fixo de comprimento das mesmas. Como pode ser visto em exemplo na tabela 5.

Tabela 5– Dados de comprimento de vigas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÃO [cm]
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Comprimento
Norte	5	504	V15	656,20
Norte	5	504	V17	395,00
Norte	5	504	V1	421,00
Norte	5	504	V3	590,97
Norte	5	504	V24	736,70
Norte	5	504	V5	591,50
Norte	5	504	V7	705,00
Norte	5	504	V4	591,90

(fonte: do autor)

Como pode ser observado na tabela 5 foi realizado somente uma medida para o parâmetro de comprimento. A tabela 5 completa pode ser vista no apêndice F com as demais vigas dos outros apartamentos de estudo.

Posteriormente foram coletadas as demais dimensões das vigas, desta vez voltou-se para uma análise da seção das vigas: foram realizadas medições tanto de altura como de largura da seção das mesmas.

Na tabela 6, pode ser observada a coleta de dados de largura que foi feita de maneira análoga ao levantamento de locação de vigas, três pontos coletados, um no centro e dois nas extremidades com uma última coluna elencando a média dos três valores.

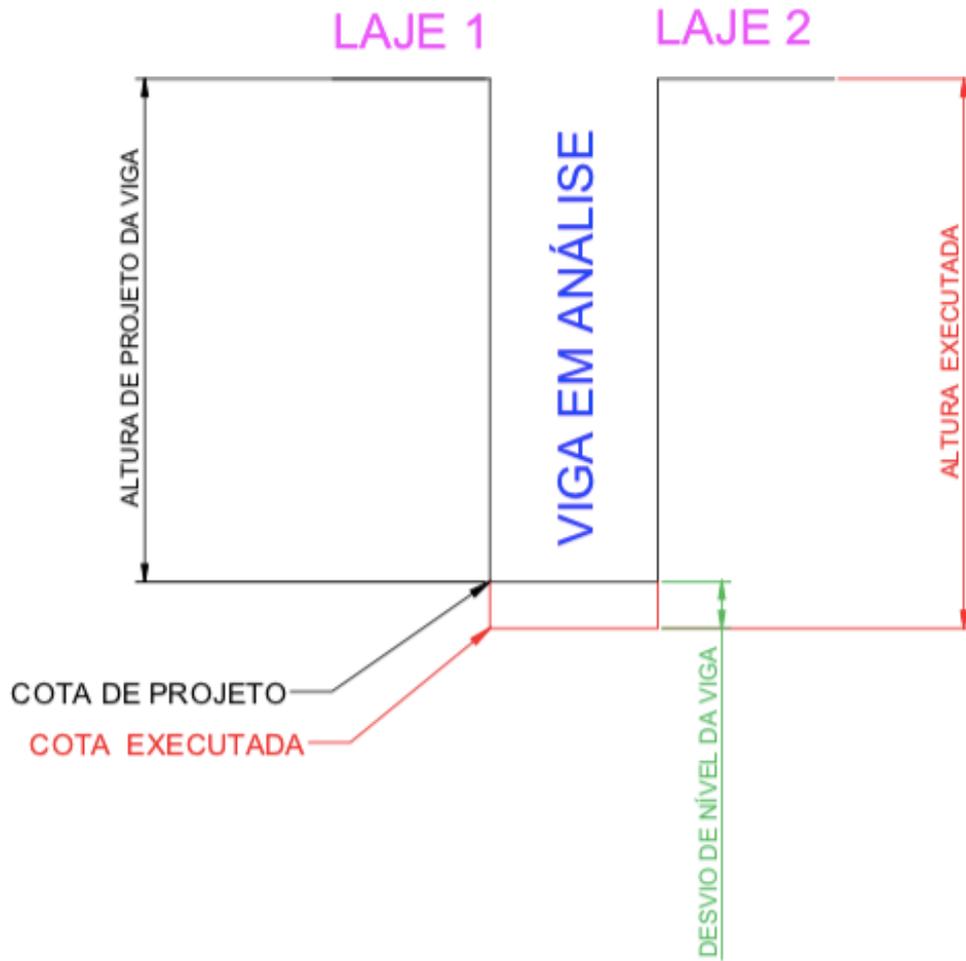
Tabela 6 – Dados de largura da seção transversal de vigas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]			
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Largura 1	Largura 2	Largura 3	Largura Média
Norte	5	504	V15	19,30	19,00	18,50	18,93
Norte	5	504	V17	22,50	22,50	22,50	22,50
Norte	5	504	V1	18,00	19,00	20,50	19,17
Norte	5	504	V3	20,00	20,00	19,00	19,67
Norte	5	504	V24	19,00	19,00	19,20	19,07
Norte	5	504	V5	19,00	19,00	18,80	18,93
Norte	5	504	V7	19,00	19,00	19,00	19,00
Norte	5	504	V4	14,00	14,00	14,50	14,17

(fonte: do autor)

Da mesma forma na Tabela 7, avaliou-se a altura das vigas. As medidas foram feitas de cima para baixo, da parte inferior da viga até a parte inferior da laje do teto, mesmo para as vigas de borda, para se obter padrão e redução de variabilidade. Entretanto, é importante elucidar que esta coleta foi feita desconsiderando valores de altura de laje, bem como nível de viga e também de laje. Para isso, foram elaboradas as figuras 31 e 32 de maneira didática para demonstrar esta possíveis variabilidades de altura na viga.

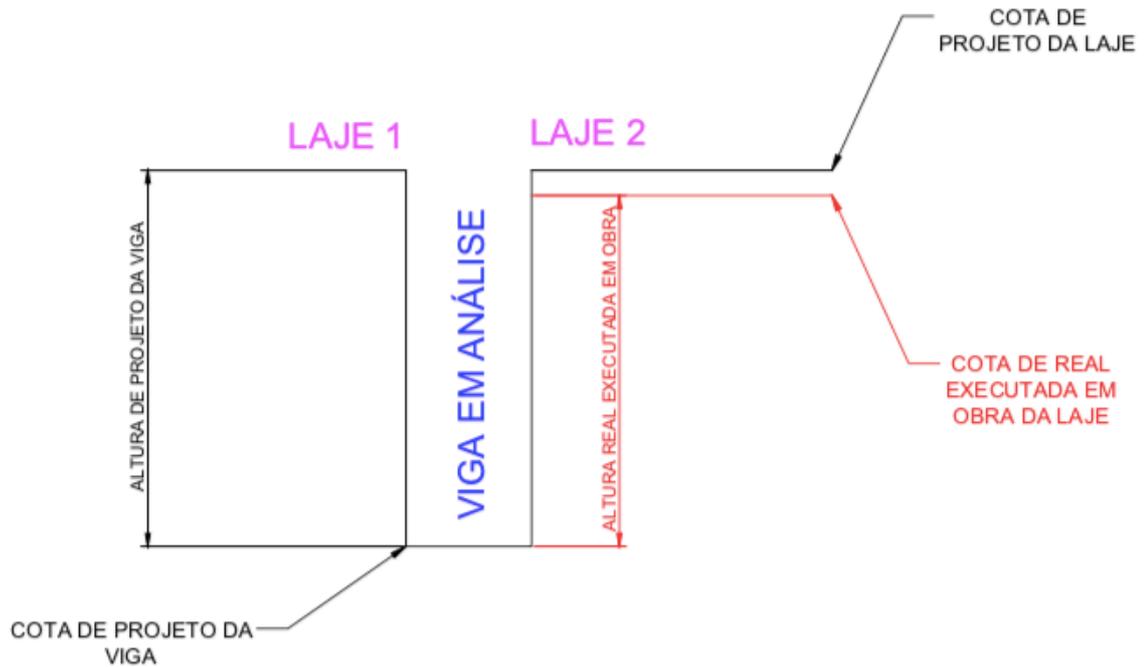
Figura 31 – Desvio de altura devido erro na viga



(fonte: do autor)

Como pode ser visto na figura 31, há uma modificação na altura de projeto que pode ter sido ocasionada por erro no dimensionamento da dimensão lateral da forma da viga como também por erro de estruturação da mesma.

Figura 32 – Desvio de altura devido a erro na laje



(fonte: do autor)

Na figura 32, denota o erro ocasionado devido a outro elemento, no caso a laje. Há uma modificação na cota executada em relação a cota de projeto, a qual pode ter sido ocasionada por erro no dimensionamento ou estruturação da forma de madeira da laje.

Desta forma, foi exposto as alturas da viga como em exemplo demonstrado na tabela 7.

Tabela 7 – Dados de altura da seção transversal de vigas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]			
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura Média
Norte	5	504	V15	38,00	38,00	40,00	38,67
Norte	5	504	V17	37,50	37,00	37,50	37,33
Norte	5	504	V1	38,00	38,00	38,00	38,00
Norte	5	504	V3	38,00	38,00	40,00	38,67
Norte	5	504	V24	40,00	40,00	40,00	40,00
Norte	5	504	V5	39,00	39,00	39,00	39,00
Norte	5	504	V7	39,00	38,50	39,00	38,83
Norte	5	504	V4	38,00	39,00	39,00	38,67

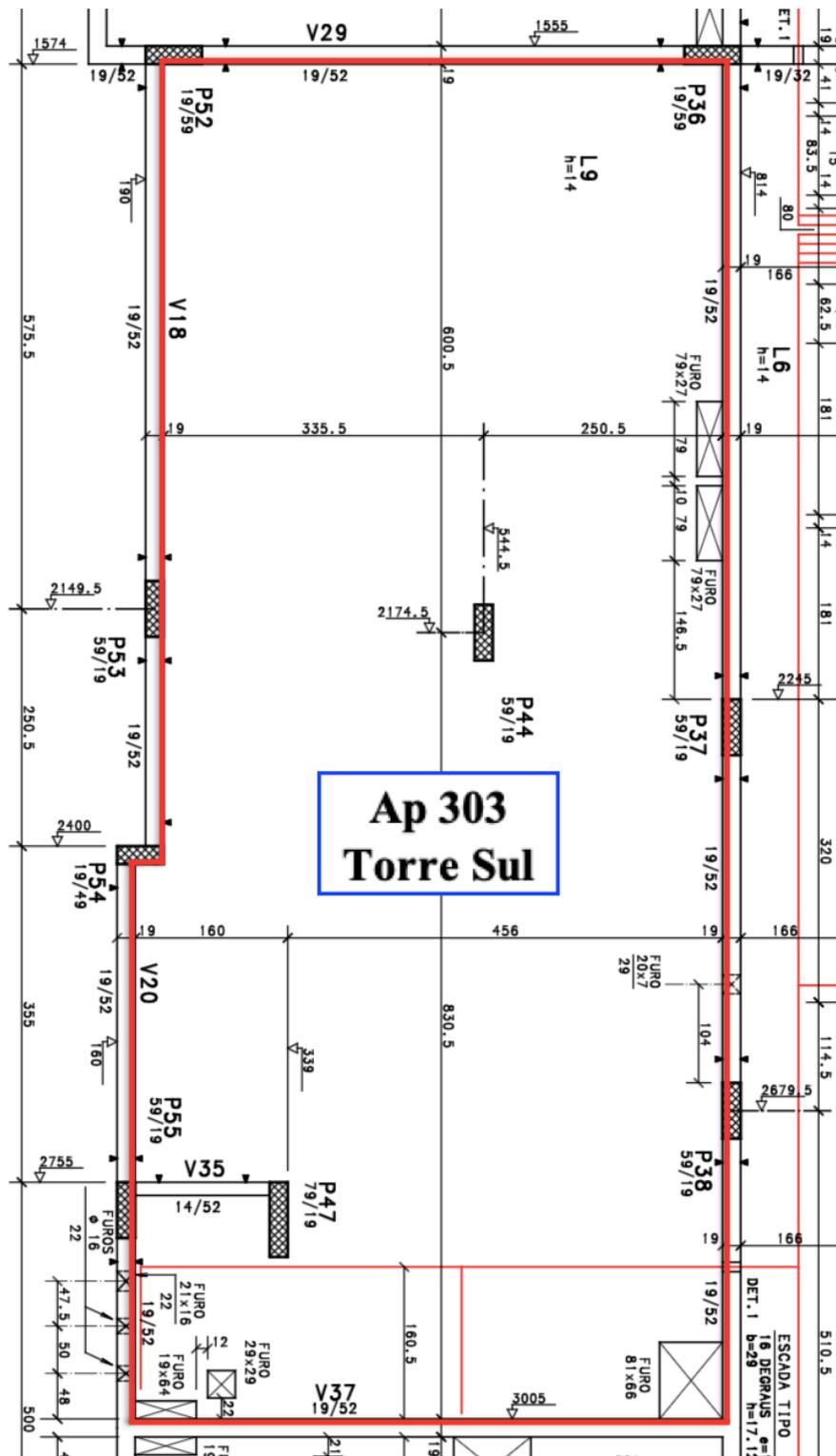
(fonte: do autor)

Da mesma forma que os outros parâmetros já expostos, foi realizado ao final dessa coleta a média dessas três alturas, sendo elas também medidas nas extremidades e uma no centro da viga. Vale ressaltar que os valores elencados em projeto possuem 52 centímetros, como pode ser visto no anexo A. Na tabela estes valores estão a abaixo, haja vista que o ponto de medida das vigas foi feito do fundo da laje até a base da viga, logo há um desconto do valor da espessura da laje em relação ao valor de projeto. No caso da tabela 7, as lajes possuem 12 centímetros, diminuindo esse valor nos 52 centímetros de projeto, o valor, portanto, correto deveria ser fixo em 40 centímetros.

### 7.1.3 Dados de prumo de vigas

De maneira semelhante a coleta de dados de locação e demais elementos, foram estabelecidos as medições de prumo das laterais de viga. As faces escolhidas foram as de partes internas dos apartamentos em análise, ou seja, as faces internas voltadas para o centro do apartamento. As faces de vigas voltadas para o externo da torre ou para apartamento periféricos foram descartadas. Na figura 33 é demonstrado em vermelho as faces das vigas medidas.

Figura 33 – Faces das vigas selecionadas para levantamento de prumo – Ap. 303 – Torre Sul



(fonte: do autor)

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

A exemplificação das medições dos prumos das vigas selecionadas na figura 33 é ilustrado na tabela 8.

Tabela 8 – Dados de desvio de prumo de lateral de vigas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]			
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Prumo 1	Prumo 2	Prumo 3	Prumo médio
Sul	3	303	V19	0,20	0,30	0,00	0,17
Sul	3	303	V29	0,20	0,20	0,50	0,30
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	0,50	0,30	0,00	0,27
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	0,10	0,00	0,40	0,17
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	0,10	0,50	0,60	0,40
Sul	3	303	V37	0,30	0,40	0,80	0,50
Sul	3	303	V20	0,50	0,50	0,50	0,50

(fonte: do autor)

Finalizando essa parte de levantamento de dados de vigas foi também feito uma média dos três pontos coletados dos prumos das vigas, sendo estes nas duas extremidades e uma no centro.

## 7.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE PILARES

Na análise de pilares, foram levantados os dados de prumo, dimensões da seção e locação dos mesmos. No estudo de caso em específico, o engenheiro responsável pela obra tratava a confecção das formas de pilares como prioridade dentro das conferências realizadas pelo corpo técnico da obra.

### 7.2.1 Dados de prumo de pilares

Elemento de conferência extremamente importante na fôrma de pilares, foram repassados o prumo dos mesmo após a retirada da fôrma. Importante ressaltar que a obra antes e durante a concretagem realizava a conferência de cada uma das unidades e, além disso, nenhum lote era conferido por amostragem, todos os elementos eram conferidos e reconferidos durante o processo de concretagem.

O levantamento de dados se deu da seguinte forma: medição de três pontos de prumo de cada pilar do apartamento em análise, como pode ser visto na tabela 9.

Tabela 9 – Dados de desvio de prumo de pilares

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]		
				Face maior		Face menor
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Medida 1	Medida 2	Medida 3
Sul	3	303	P55	0,50	0,30	0,50
Sul	3	303	P54	0,40	0,40	0,60
Sul	3	303	P53	0,30	0,40	0,50
Sul	3	303	P52	0,50	0,50	0,10
Sul	3	303	P36	0,10	0,00	0,00
Sul	3	303	P37	0,00	0,20	0,50
Sul	3	303	P38	0,00	0,10	0,50

(fonte: do autor)

Na tabela 9, são expostas as medidas 1 e 2 referentes a face mais larga da seção do pilar, como pode ser vista na figura 34 (a), e a medida 3 da face de largura menor – figura 34 (b). A coleta de dados foi feita antes da entrada da alvenaria nos apartamentos em análise, possibilitando o levantamento em face de encontro com os blocos cerâmicos.

Figura 34 (a) – Prumo na face maior de pilar



Figura 34 (b) – Prumo na face menor de pilar



(fonte: do autor)

Como pode ser visto nas figuras 25 (a) e 25 (b) foram retirados os valores através de um prumo de linha para paredes e um trena.

### 7.2.2 Dados de seções de pilares

De forma semelhante ao levantamento de dados de prumo dos pilares, os dados da seção foram coletados, pegando-se uma amostra por dimensão do pilar, ou seja uma amostra da dimensão menor e outra da maior. Sendo assim foram realizadas duas medidas de cada pilar dos apartamentos de estudo, como é demonstrado na tabela 10. Vale ressaltar que as medidas foram feitas pelo autor, ou seja, um único operador, pegando-se sempre o ponto mais alto.

Tabela 10 – Dados da seção de pilares

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]	
Torre	Pavimento	Ap	Pilar	Largura	Comprimento
Sul	3	303	P55	19,00	59,00
Sul	3	303	P54	19,00	48,50
Sul	3	303	P53	18,50	59,50
Sul	3	303	P52	19,00	59,00
Sul	3	303	P36	19,50	59,30
Sul	3	303	P37	19,00	59,00
Sul	3	303	P38	19,00	58,50

(fonte: do autor)

Cabe salientar que só foram medidos pilares que apresentariam encontro com alvenaria cerâmica de vedação, ou seja, pilares no perímetro do apartamento. O apêndice A demonstra a planta de primeira fiada de alvenaria do apartamento.

### 7.2.3 Dados de locação de pilares

Da mesma forma que é feita a marcação do gualho ainda na fase de supraestrutura, onde são locados os pilares com trena, foi feito o levantamento de dados desta etapa, entretanto considerando as medidas do concreto já pronto sem as fôrmas.

De forma análoga ao processo de locação de vigas do capítulo 7.1.1, são esticadas as linhas de eixo no pavimento (como pode ser visto na figura 35(a)) em x e y conforme projeto medindo a distância entre as mesmas e as faces de pilares desejadas conforme figura 35(b).

Figura 35 (a) – Disposição das linhas de eixo dentro do pavimento



Figura 35 (b) – Medição da distância das linhas de eixo com a face do pilar



(fonte: do autor).

Vale ressaltar que estes pontos de linhas de eixos, a exemplo da figura 35 (a), foram todos conferidos por topografia, o que dá, de fato, maior precisão para o processo. Cada pilar dos apartamentos em análise foram locados em x e y; portanto, uma medida por eixo para cada pilar conforme projeto, como pode ser visto na tabela 11.

Tabela 11 – Dados de locação de pilares

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÕES [cm]	
Torre	Pavimento	Ap	Pilar	X	Y
Sul	3	303	P55	667,50	583,50
Sul	3	303	P54	637,20	959,50
Sul	3	303	P53	637,50	679,50
Sul	3	303	P52	657,80	114,80
Sul	3	303	P36	33,90	114,30
Sul	3	303	P37	33,20	803,60
Sul	3	303	P38	33,40	746,90

(fonte: do autor)

Importante elencar que a tabela completa está no apêndice H e no capítulo 8.1 foi feita a comparação com os devidos valores de projeto, fazendo também consequentemente uma análise dos erros.

### 7.3 LEVANTAMENTO DE DADOS DE LAJES

Um dos elementos cujo levantamento de dados possui maior complexidade para dar precisão as suas medidas de seção como comprimento são as lajes de concreto. Não obstante, uma das medidas mais importantes e que foi factível de fazer sua medição foram os níveis de laje, que é o que basicamente este item versará.

#### 7.3.1 Dados de níveis de laje

Para o levantamento de dados de níveis de laje é necessária uma série de requisitos. O principal deles é ter um marco fixo de referência deixada por topografia em cada pavimento, que no estudo de caso, apresentava 130 centímetros em relação ao piso de cada pavimento, como pode ser visto na figura 36.

Figura 36 – Marco fixo de referência no pavimento



(fonte: do autor)

O marco fixo é o que permitirá ter uma referência de cálculo para medir níveis de quaisquer elementos da construção dentro do pavimento, até mesmo elementos não relacionados a supraestrutura ou revestimento argamassado.

Outro requisito importante: foi a utilização de nível a laser, como pode ser visto na figura 37 (a) e 37 (b), assim sendo possível transferir esses pontos para os respectivos pontos de laje escolhidos.

Figura 37 (a)– Uso do nível a laser para mapeamento



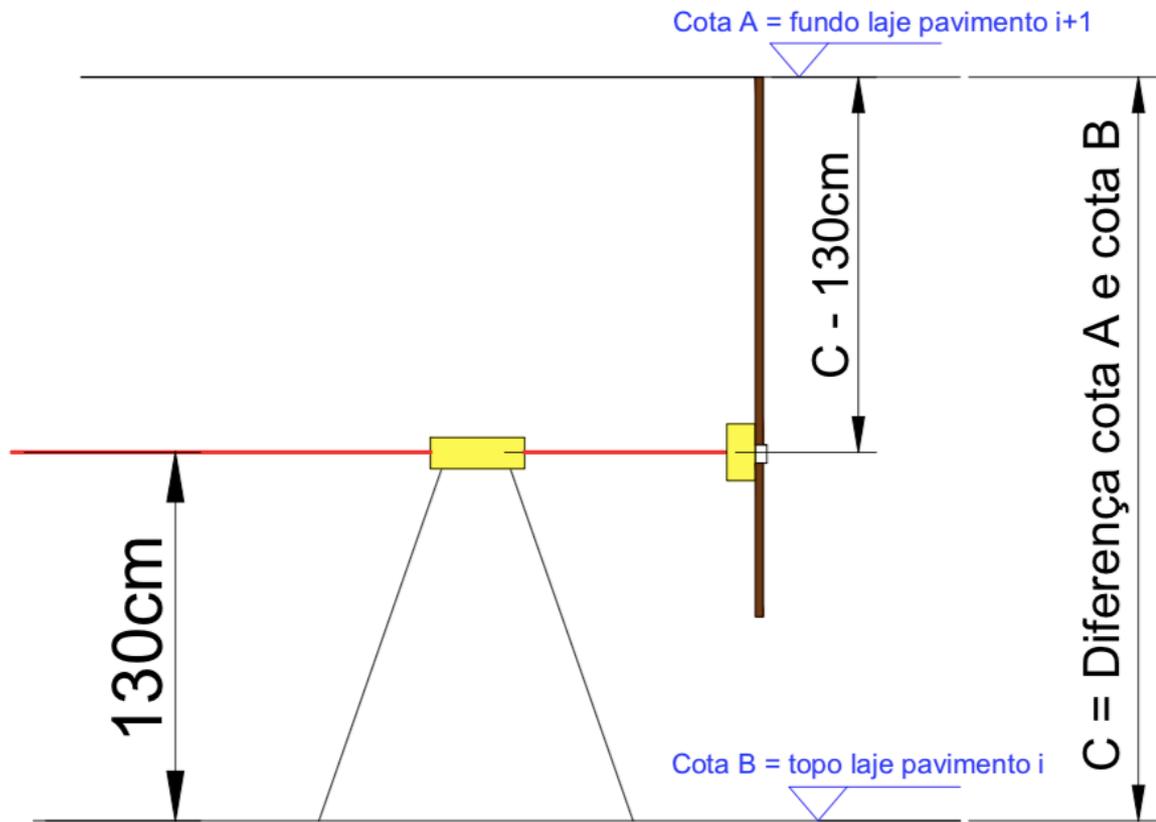
Figura 37 (b) – Nível a laser utilizado



(fonte: do autor)

Para melhor entendimento apresenta-se o esquema, detalhando como é feito o cálculo e estruturação do processo de medição conforme figura 38.

Figura 38 – Esquema de processo de levantamento de níveis de laje



(fonte: do autor)

Na coleta de dados, foram escolhidas linhas imaginárias espaçadas em aproximadamente 100 centímetros. Cada linha com no mínimo três pontos de análise de nível espaçados também em no máximo 100 centímetros. Na figura 39, é mostrado o mapeamento dos dados direto em projeto.



Tabela 12 – Valores das medições de níveis de laje

MAPEAMENTO DE TETO DE LAJES - 504 - TORRE NORTE - MEDIÇÕES [cm]			
Pontos	L1	L2	L5
1	0,00	0,60	0,80
2	0,50	0,80	1,60
3	0,00	0,40	0,80
4	0,60	1,50	0,60
5	0,50	0,50	-1,00
6	0,40	0,70	0,20
7	0,30	1,00	0,70
8	0,60	0,00	0,80
9	0,80	0,70	0,00
10	0,90		
11	1,00		
12	-0,10		
13	0,90		
14	0,20		
15	0,30		
16	0,70		
17	-0,20		
18	0,40		
19	1,30		
20	0,40		
21	0,20		
22	1,50		
23	0,40		
24	0,30		
25	0,50		
26	0,80		
27	0,00		
28	0,10		
29	0,00		
30	1,00		
Máximo	1,50	1,50	1,60
Mínimo	-0,20	0,00	-1,00
Média	0,48	0,69	0,50

(fonte: do autor)

Foram medidos 30 pontos na laje L1, 9 pontos nas laje L2 e L5. A diferença de tamanho da amostra se dá devido ao tamanho da área da L1 ser bem maior que as duas, aproximadamente o triplo do tamanho destas. Foi também calculado os valores máximos e mínimos de cada grupo,

bem como o valor médio, com o objetivo de se fazer uma análise posterior a isso, haja vista que todas essas lajes terão revestimento argamassado.

#### 7.4 LEVANTAMENTO DA ESPESSURA DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Neste item foram coletados dados referentes a espessura final do revestimento argamassado interno das paredes de alvenaria, através das taliscas colocadas para posterior início da atividade de revestimento. Importante salientar que está previsto nos processos internos da construtora do estudo de caso que toda parede de alvenaria só é elevada somente se a sua primeira fiada está taliscada, assim como as suas vigas de encontro conforme figura 40 (a) e 40 (b) respectivamente.

Figura 40 (a) – Talisca em viga



Figura 40 (b) – Talisca em primeira fiada



(fonte: do autor)

Este processo imposto pela obra tornou possível uma medição em tempo hábil de todas as taliscas em todos os apartamento de análise. Definiu-se como padrão a medição de espessuras somente das taliscas de primeira fiada segundo exemplo na tabela 13.

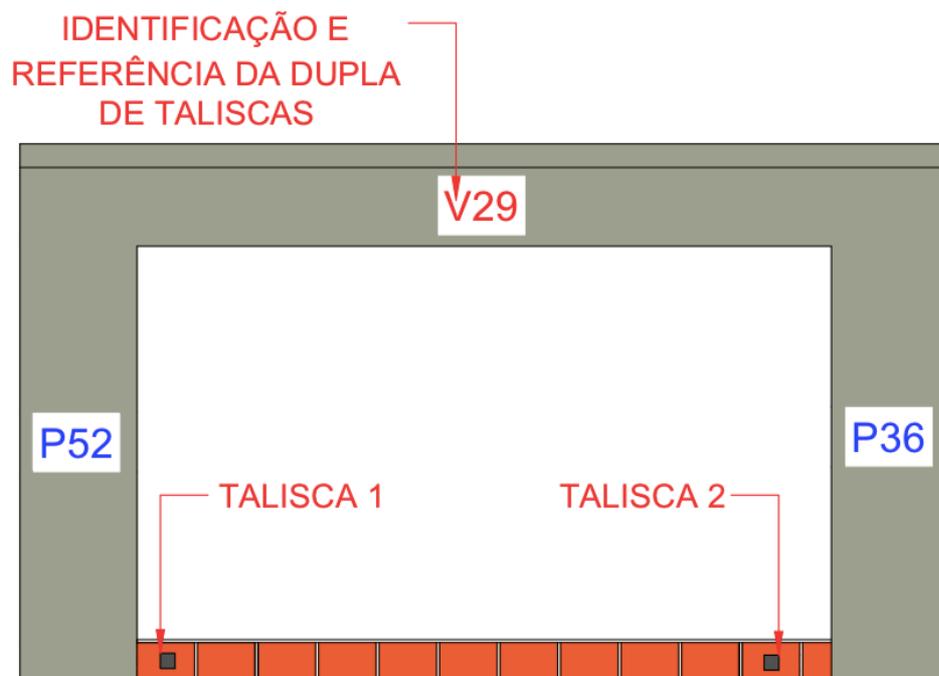
Tabela 13 – Valores dimensionais de taliscas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				MEDIÇÃO [cm]	
Torre	Pavimento	AP	Identificação	Talisco 1	Talisco 2
Sul	3	303	V19	2,10	2,20
Sul	3	303	V29	1,90	2,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	2,30	2,10
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	2,50	1,50
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	1,60	1,80
Sul	3	303	V37	1,00	1,50
Sul	3	303	V20	0,80	0,70

(fonte: do autor)

Pode ser observado que as dimensões em centímetros são dadas aos pares, haja vista que entre dois pilares há uma parede de alvenaria e cada uma possui duas taliscas em sua primeira fiada. Nota-se também que foram utilizadas como referência as vigas de topo dessas paredes e também para auxílio em posterior correlação. A figura 41 exemplifica isso de maneira mais explicativa.

Figura 41 – Esquema de identificação da dupla de taliscas entre pilares



Este tipo de identificação foi feita, seguindo o exemplo da figura 41, prevendo já uma interação entre erros na espessura do revestimento interno argamassado e as medições levantadas de pilares e vigas desta respectiva vista.

## **8. ANÁLISE DE DADOS**

Neste capítulo será feita uma análise de qualidade, perdas e custo, correlação de dados e possíveis soluções. Serão analisados não só relações diretas entre parâmetros, como também serão desvinculadas algumas variáveis que podem parecer estar relacionadas.

### **8.1 ANÁLISE DE QUALIDADE**

Uma das primeiras análises feitas no trabalho foi a comparação dos dados executados com os dados de projeto. De maneira objetiva, foi elaborada uma planilha macro, vide apêndices E, F e G , com valores baseados em projeto, valores reais executados médios e, por fim, os valores dos erros, ou seja, a diferença entre executado e projeto. Na tabela 13 de maneira resumida, pode ser observado todos estes valores de desvios referentes às vigas de todos apartamentos observados.

Tabela 14 – Valores Projeto x Executado – Vigas

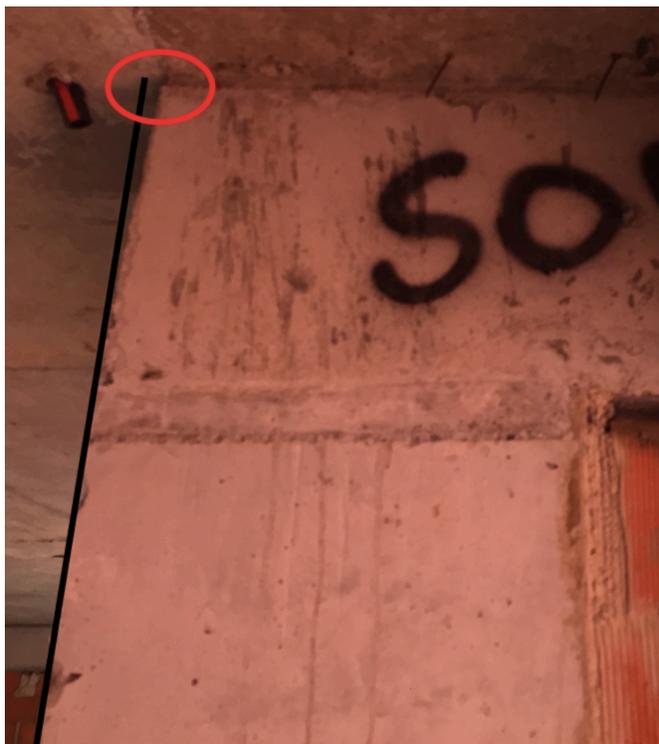
ANÁLISE DE VIGAS								
Dados				Desvios/Erros de execução - MEDIÇÕES [cm]				
Torre	Pav.	Ap	Identificação	Comprimento	Largura	Altura	Locação	Prumo
Norte	2	201	V33	1,10	0,43	-0,83	1,40	0,93
Norte	2	201	V31	1,30	3,50	0,00	0,87	1,97
Norte	2	201	V14	0,70	0,23	-1,83	0,87	1,60
Norte	2	201	V12	0,20	0,90	-0,87	1,00	0,43
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	1,00	0,03	-0,70	0,10	0,07
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	0,40	0,03	-1,83	0,17	0,53
Norte	2	201	V10	0,50	0,17	-1,00	0,57	0,37
Norte	2	201	V28	1,70	0,03	-1,00	0,23	0,33
Norte	2	201	V8	0,30	0,07	-1,27	0,00	0,50
Norte	5	504	V15	1,20	-0,07	-1,33	-1,90	0,40
Norte	5	504	V17	0,00	3,50	-2,67	-2,50	1,93
Norte	5	504	V1	2,00	0,17	-2,00	2,20	0,47
Norte	5	504	V3	-0,03	0,67	-1,33	3,10	0,07
Norte	5	504	V24	0,70	0,07	0,00	0,70	0,20
Norte	5	504	V5	0,50	-0,07	-1,00	0,20	0,07
Norte	5	504	V7	0,00	0,00	-1,17	0,00	0,53
Norte	5	504	V4	0,90	0,17	-1,33	0,10	0,50
Sul	3	303	V19	0,30	0,10	0,27	-0,57	0,17
Sul	3	303	V29	0,20	0,03	0,17	0,13	0,30
Sul	3	303	V16 - Trecho 1	1,00	0,27	0,30	0,03	0,27
Sul	3	303	V16 - Trecho 2	1,50	0,37	0,00	-0,37	0,17
Sul	3	303	V16 - Trecho 3	1,00	0,27	0,27	-0,03	0,40
Sul	3	303	V37	2,00	0,17	-0,03	0,23	0,50
Sul	3	303	V20	0,50	0,10	0,00	-0,13	0,50
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	1,00	0,27	-1,33	0,47	1,03
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	0,40	-0,13	-1,67	0,43	1,17
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	1,60	0,50	-1,50	0,17	2,17
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	0,40	0,40	-2,00	1,27	2,43
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	1,80	0,10	2,83	1,10	1,97
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	0,90	0,27	-0,83	1,67	2,30
Sul	4	404	V38	0,40	0,33	-1,17	1,10	1,10
Sul	4	404	V7	0,30	0,07	-1,17	0,33	0,47
Sul	4	404	V34	0,00	0,17	-1,67	0,70	0,57
Sul	4	404	V11	0,00	0,10	-0,83	0,83	0,33
Sul	4	404	V32	0,00	0,00	-1,17	0,40	0,63
Sul	4	404	V8	0,60	0,13	-1,17	0,40	0,50
Sul	4	404	V30	1,40	0,00	-1,67	0,60	0,37
Sul	4	404	V10	1,50	0,10	-1,00	0,33	0,67
MÉDIA				0,77	0,35	-0,88	0,43	0,76
MAXIMO				2,00	3,50	2,83	3,10	2,43
MÍNIMO				-0,03	-0,13	-2,67	-2,50	0,07

(fonte: do autor)

Analisando os valores, obteve-se um desvio médio geral de largura de 0,35 centímetros, entretanto o valor máximo encontrado foi de 3,5 centímetros a mais do que o estipulado em

projeto, o que sem dúvida acarretou em perdas de volume de concreto (não serão mensuradas no presente trabalho) devido ao aumento da área de seção da viga. Destaca-se também os valores de mínimo e máximo de locação de vigas. A figura 42 demonstra um erro de prumo de viga.

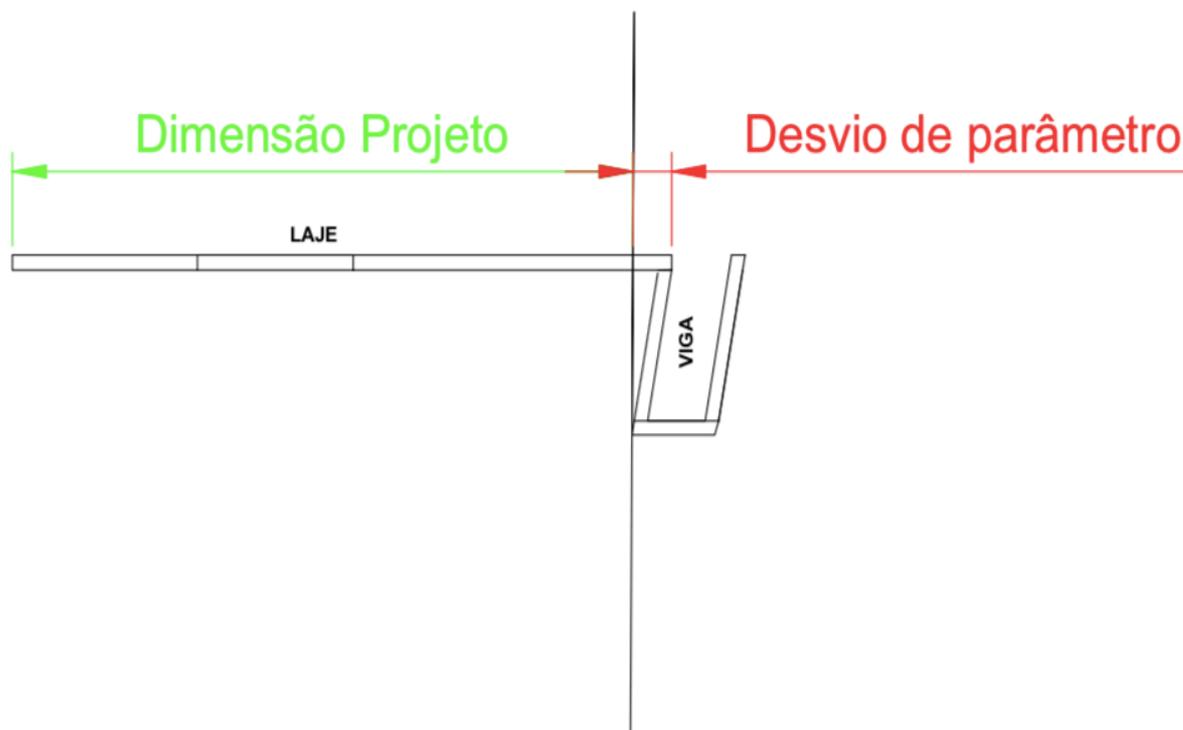
Figura 42 – Erro de locação e prumo de viga



(fonte: do autor)

Na figura 42 foi evidenciado o alinhamento do pilar em preto e em vermelho o desvio de prumo da viga. O pilar em análise é o P5 do quarto pavimento da torre sul, apartamento 404. O mesmo possuía um desvio de prumo de somente 0,4 centímetros. A viga, por sua vez, cuja identificação é “V3 – trecho do P4 ao P5” apresentou desvio de prumo e locação médios de 2,43 centímetros e 1,27 centímetros, respectivamente. Aliado a isso pode-se chegar a conclusão de que, no estudo de caso, os erros de locação de vigas e pilares não estão necessariamente interligados. No caso da figura 43, uma das possíveis causas é de um erro de recorte dos painéis que compõe a fôrma da laje, que acabaram inclinando a parte lateral da forma de madeira da viga para possibilitar o fechamento delas. Na figura 43 este erro é exposto de forma mais didática.

Figura 43 – Influência de erro na viga devido dimensão a mais no tamanho da fôrma da laje



(fonte: do autor)

Tendo em vista que o valor médio de desvio de largura da viga apresentado foi de 0,40 centímetros, o erro ficou menos evidente para uma falta de estruturação da viga, que impediria sua deformação, e sim para um erro, de fato, dimensional do painel inferior da laje na hora da execução da carpintaria das fôrmas. Ou seja, foi um erro de execução no recorte das fôrmas de laje. O carpinteiro, por sua vez, não seguiu orientações de projeto e preferiu erroneamente inclinar o painel da viga para que possibilitasse o fechamento do painel da laje.

Um erro de estruturação da viga seria melhor evidenciado através de um abaulamento na base da fôrma da viga, conforme delineamento de deformação de vigas exposta na figura 15 anteriormente no item 3.6.2.

Em relação às dimensões executadas das vigas foi feita uma análise dimensional da seção transversal das vigas com ajuda da tabela 2 (Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície), do item 3.3, onde é exposta uma tolerância para estas dimensões conforme NBR 14931 (p.16, 2004). Para isso foi desenvolvida a tabela 15 para mapear estes erros.

Tabela 15 – Erros dimensionais da seção transversal de vigas

ANÁLISE DE VIGAS							
Dados				Desvios/Erros de execução - MEDIÇÕES [cm]			
Torre	Pav.	Ap.	Identificação	Largura	Conforme/ Não conformidade	Altura	Conforme/ Não conformidade
Norte	2	201	V33	0,43	Conforme	0,83	Não conformidade
Norte	2	201	V31	3,50	Não conformidade	0,00	Conforme
Norte	2	201	V14	0,23	Conforme	1,83	Não conformidade
Norte	2	201	V12	0,90	Não conformidade	0,87	Não conformidade
Norte	2	201	V23 - Do P33 ao P28	0,03	Conforme	0,70	Não conformidade
Norte	2	201	V23 - Do P28 ao P23	0,03	Conforme	1,83	Não conformidade
Norte	2	201	V10	0,17	Conforme	1,00	Não conformidade
Norte	2	201	V28	0,03	Conforme	1,00	Não conformidade
Norte	2	201	V8	0,07	Conforme	1,27	Não conformidade
Norte	5	504	V15	-0,07	Conforme	1,33	Não conformidade
Norte	5	504	V17	3,50	Não conformidade	2,67	Não conformidade
Norte	5	504	V1	0,17	Conforme	2,00	Não conformidade
Norte	5	504	V3	0,67	Não conformidade	-1,3	Não conformidade
Norte	5	504	V24	0,07	Conforme	0,00	Conforme
Norte	5	504	V5	-0,07	Conforme	1,00	Não conformidade
Norte	5	504	V7	0,00	Conforme	-1,7	Não conformidade
Norte	5	504	V4	0,17	Conforme	1,33	Não conformidade
Sul	3	303	V19	0,10	Conforme	0,27	Conforme
Sul	3	303	V29	0,03	Conforme	0,17	Conforme
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	0,27	Conforme	0,30	Conforme
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	0,37	Conforme	0,00	Conforme
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	0,27	Conforme	0,27	Conforme
Sul	3	303	V37	0,17	Conforme	0,03	Conforme
Sul	3	303	V20	0,10	Conforme	0,00	Conforme
Sul	4	404	V48 - Do P32 ao P12	0,27	Conforme	1,33	Não conformidade
Sul	4	404	V48 - Do P12 a V3	-0,13	Conforme	1,67	Não conformidade
Sul	4	404	V3 - Da V48 ao P4	0,50	Conforme	1,50	Não conformidade
Sul	4	404	V3 - Do P4 ao P5	0,40	Conforme	2,00	Não conformidade
Sul	4	404	V2 - Da V33 ao P6	0,10	Conforme	2,83	Não conformidade
Sul	4	404	V2 - Do P6 a Viga V38	0,27	Conforme	0,83	Não conformidade
Sul	4	404	V38	0,33	Conforme	1,17	Não conformidade
Sul	4	404	V7	0,07	Conforme	1,17	Não conformidade
Sul	4	404	V34	0,17	Conforme	1,67	Não conformidade
Sul	4	404	V11	0,10	Conforme	0,83	Não conformidade
Sul	4	404	V32	0,00	Conforme	1,17	Não conformidade
Sul	4	404	V8	0,13	Conforme	1,17	Não conformidade
Sul	4	404	V30	0,00	Conforme	1,67	Não conformidade
Sul	4	404	V10	0,10	Conforme	1,00	Não conformidade
Número de Conformidades				34,00		9,00	
Número de Não Conformidades				4,00		29,00	
Percentual de Conformidades				89,47%		23,68%	
Percentual de Não Conformidades				10,53%		76,32%	

(fonte: do autor)

Como nenhuma viga possuía dimensão transversal maior que 60 centímetros foi fixado, respeitando as especificações da tabela 2 (ABNT, 2004), que todo desvio de projeto tanto de altura, como largura de vigas fosse maior que 0,5 centímetros seria uma “Não conformidade”,

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

caso contrário: “Conforme”. Para a largura de vigas, apresentou-se um percentual de 89,47% de assertividade, enquanto para as alturas, houve apenas 23,68% de assertividade.

Seguindo a análise de qualidade, de forma análoga, foi feita, desta vez, uma análise de conformidade em relação às espessuras de taliscas. Os valores de referência para a espessura do revestimento argamassado interno, foram obtidos da NBR 13749 (2013), que especifica como espessura máxima dois centímetros e do projeto que possui espessura fixada em 1,5 centímetros. Nas tabelas 15, 16, 17 e 18 podem ser vistas essas análises nos 4 apartamentos de estudo.

Tabela 16 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 201 – Torre Norte

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				ANÁLISE DE QUALIDADE		
Torre	Pav	Ap	Identificação	Talisca Média [cm]	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)
Norte	2	201	V33	4,75	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V31	3,90	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V14	1,95	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V12	3,50	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	2,05	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	1,85	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V10	2,05	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V28	1,65	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V8	1,00	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 201 Torre Norte			Máximo	4,75	% conformidades	% conformidades
			Mínimo	1,00	44%	11%
			Média	2,52	% Não conformes	% Não conformes
					56%	89%

(fonte: do autor)

No apartamento 201 da Torre Norte, foi obtido o alto percentual de 89% das taliscas acima do especificado em projeto, chegando ao valor máximo de espessura média de talisca em 4,75 centímetros.

Tabela 17 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 504 – Torre Norte

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				ANÁLISE DE QUALIDADE		
Torre	Pav	Ap	Identificação	Talisco Média [cm]	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)
Norte	5	504	V15	1,90	Conforme	Não Conformidade
Norte	5	504	V17	5,25	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V1	4,65	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V3	5,40	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V24	2,30	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V5	1,80	Conforme	Não Conformidade
Norte	5	504	V7	2,05	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V4	1,10	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 504 Torre Norte			Máximo	5,40	% conformidades	% conformidades
			Mínimo	1,10	38%	13%
			Média	3,06	% Não conformes	% Não conformes
					63%	88%

(fonte: do autor)

No apartamento 504 da Torre Norte, obtivemos o alto percentual de 63% das taliscas acima do especificado na NBR 13749 (2013), chegando ao valor médio de espessura média de talisca em 3,06 centímetros.

Tabela 18– Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 303 – Torre Sul

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				ANÁLISE DE QUALIDADE		
Torre	Pav	Ap	Identificação	Talisco Média [cm]	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)
Sul	3	303	V19	2,15	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	3	303	V29	1,95	Conforme	Não Conformidade
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	2,20	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	2,00	Conforme	Não Conformidade
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	1,70	Conforme	Não Conformidade
Sul	3	303	V37	1,25	Conforme	Conforme
Sul	3	303	V20	0,75	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 303 Torre Sul			Máximo	2,20	% conformidades	% conformidades
			Mínimo	0,75	71%	29%
			Média	1,71	% Não conformes	% Não conformes
					29%	71%

(fonte: do autor)

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

No apartamento 303 da Torre Sul, foi obtido um percentual, um pouco melhor em relação aos outros dois apartamentos, de 29% das taliscas acima do especificado na NBR 13749 (2013), chegando ao valor máximo de espessura média de talisca em 2,20 centímetros.

Tabela 19 – Análise de qualidade: espessura do revestimento argamassado interno – Ap 404 – Torre Sul

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				ANÁLISE DE QUALIDADE		
Torre	Pav	Ap	Identificação	Talisca Média [cm]	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	1,15	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	1,95	Conforme	Não Conformidade
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	1,00	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	3,15	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	4,15	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	4,90	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4	404	V38	1,65	Conforme	Não Conformidade
Sul	4	404	V7	1,10	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V34	1,40	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V11	1,30	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V32	1,30	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V8	1,25	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V30	0,95	Conforme	Conforme
Sul	4	404	V10	1,10	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 404 Torre Sul			Máximo	4,90	% conformidades	% conformidades
			Mínimo	0,95	79%	64%
			Média	1,88	% Não conformes	% Não conformes
					21%	36%

(fonte: do autor)

No apartamento 404 da Torre Sul, foi obtido um valor médio de espessuras médias melhor em relação aos outros apartamentos. Entretanto vale ressaltar que o valor médio de espessuras médias máximas resultou muito acima do normativo e do valor de projeto.

Além disso, como pode ser observado nestas tabelas 15, 16, 17 e 18 foi feita uma análise por apartamento. Em cima de espessuras médias coletadas na fase de levantamento, estipulou-se que todas taliscas médias acima de 2 cm, do ponto de vista da NBR 13749 (2013), teriam “não conformidade”, abaixo desse valor: “conformidade”. Da mesma forma no comparativo com o projeto só que com o parâmetro fixado em 1,5 centímetros.

Estendendo a análise para todos os apartamentos, obtivemos um número alto de “não conformidades”, chegando a 25 “não conformidades” de projeto e 15 normativas. Em valores percentuais totais de 67% e 40%, respectivamente.

Fazendo agora uma análise dos pilares, estudou-se o valor de desvios de prumo dos pilares do estudo de caso. Segundo a NBR 14931 (2004) no item 9.2.4, a tolerância individual de desaprumo e desalinhamento de elementos estruturais lineares deve ser menor ou igual a  $l/500$  ou 5 mm, adotando-se o maior valor. Para isso, dividiu-se o comprimento dos pilares no valor de 2,74 metros por 500. Como este valor ficara muito próximo dos 5mm, adotou-se o mesmo como tolerância geral de desvio de prumo de pilares para o estudo de caso. Na tabela 16, foram feitas análises para os três valores levantados de desvio de prumo, seguindo a mesma lógica dos estudos anteriores com o uso dos termos de "não conformidade" e "conforme".

Tabela 20 – Análise de qualidade do prumo dos pilares

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				Medições [cm]			ANÁLISE DE QUALIDADE		
				Prumo - Lado maior		Prumo Lado menor	PRUMO		
Torre	Pav	Ap.	ID	1	2	3	Medida 1	Medida 2	Medida 3
Sul	3	303	P55	0,50	0,30	0,50	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	3	303	P54	0,40	0,40	0,60	Conforme	Conforme	Não conformidade
Sul	3	303	P53	0,30	0,40	0,50	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	3	303	P52	0,50	0,50	0,10	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	3	303	P36	0,10	0,00	0,00	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	3	303	P37	0,00	0,20	0,50	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	3	303	P38	0,00	0,10	0,50	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P32	0,60	0,50	0,7	Não conformidade	Conforme	Não conformidade
Sul	4	404	P12	0,50	0,50	0,1	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P4	0,30	0,30	0,2	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P5	0,40	0,30	0,1	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P6	0,90	1,00	0,2	Não conformidade	Não conformidade	Conforme
Sul	4	404	P16	0,50	0,50	0,4	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P20	0,40	0,50	0,1	Conforme	Conforme	Conforme
Sul	4	404	P19	0,40	0,40	0,6	Conforme	Conforme	Não conformidade
Norte	2	201	P33	0,90	0,90	0,3	Não conformidade	Não conformidade	Conforme
Norte	2	201	P34	0,00	0,10	0,3	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	2	201	P35	0,30	0,30	0,2	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	2	201	P30	0,60	0,70	0,3	Não conformidade	Não conformidade	Conforme
Norte	2	201	P19	0,50	0,50	0,4	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	2	201	P37	0,60	0,60	0,5	Não conformidade	Não conformidade	Conforme
Norte	2	201	P24	0,80	0,90	0,5	Não conformidade	Não conformidade	Conforme
Norte	2	201	P23	0,70	0,50	0,4	Não conformidade	Conforme	Conforme
Norte	2	201	P28	0,30	0,10	0,5	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P1	0,10	0,00	0,2	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P2	0,50	0,50	0,7	Conforme	Conforme	Não conformidade
Norte	5	504	P3	0,30	0,40	0,2	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P6	0,60	0,40	0,5	Não conformidade	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P7	0,70	0,80	0,5	Não conformidade	Não conformidade	CONFORME
Norte	5	504	P8	0,40	0,40	0,5	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P12	0,20	0,30	0,2	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P13	0,20	0,00	0,1	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P18	0,20	0,30	0,5	Conforme	Conforme	Conforme
Norte	5	504	P36	0,40	0,00	0,3	Conforme	Conforme	Conforme

(fonte: do autor)

Cabe salientar que, nesta análise, percebeu-se que a relação do impacto na espessura do revestimento interno se deu de maneira quase que desprezível. Tendo valor máximo de desvio de prumo em 1 centímetro.

Foi dado sequenciamento na análise de pilares, fazendo, desta vez, da locação e dimensões da seção transversal do mesmo. Entretanto, realizou-se uma tabela macro com todos os desvios de pilar e chegou-se a conclusão que seus erros eram pequenos e quando fora de tolerância de 0,5 centímetros foram em pequena quantidade como pode ser visto na tabela 21.

Tabela 21 – Análise de desvios de pilares

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				DESVIOS						
				Prumo - Lado maior		Prumo Lado menor	DESVIOS DE LOCAÇÃO		DESVIOS DE DIMENSÃO	
Torre	Pav	Ap.	ID	Medida 1	Medida 2	Medida 3	X	Y	Largura	Comprimento
Sul	3	303	P55	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P54	0,40	0,40	0,60	0,80	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P53	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P52	0,50	0,50	0,10	0,80	0,80	0,00	0,00
Sul	3	303	P36	0,10	0,00	0,00	0,90	0,30	0,00	0,00
Sul	3	303	P37	0,00	0,20	0,50	0,20	0,40	0,00	0,00
Sul	3	303	P38	0,00	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,00
Sul	4	404	P32	0,60	0,50	0,7	0,50	0,40	0,30	0,10
Sul	4	404	P12	0,50	0,50	0,1	0,30	0,10	0,50	0,00
Sul	4	404	P4	0,30	0,30	0,2	0,50	0,30	0,30	0,00
Sul	4	404	P5	0,40	0,30	0,1	0,40	0,00	0,10	0,00
Sul	4	404	P6	0,90	1,00	0,2	0,30	0,50	0,10	0,50
Sul	4	404	P16	0,50	0,50	0,4	0,10	0,00	0,50	0,60
Sul	4	404	P20	0,40	0,50	0,1	0,50	0,50	0,00	0,70
Sul	4	404	P19	0,40	0,40	0,6	1,00	0,00	0,00	0,00
Norte	2	201	P33	0,90	0,90	0,3	2,00	0,00	0,60	0,20
Norte	2	201	P34	0,00	0,10	0,3	0,30	0,80	0,30	0,30
Norte	2	201	P35	0,30	0,30	0,2	0,00	0,50	0,00	0,10
Norte	2	201	P30	0,60	0,70	0,3	0,50	0,00	1,00	0,10
Norte	2	201	P19	0,50	0,50	0,4	0,50	0,50	0,00	0,50
Norte	2	201	P37	0,60	0,60	0,5	0,00	1,00	0,00	0,00
Norte	2	201	P24	0,80	0,90	0,5	0,00	1,50	0,20	0,00
Norte	2	201	P23	0,70	0,50	0,4	0,00	0,50	0,50	0,50
Norte	2	201	P28	0,30	0,10	0,5	0,60	0,00	0,00	0,00

(Continua)

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

(Continuação)

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				DESVIOS						
				Prumo - Lado maior		Prumo Lado menor	DESVIOS DE LOCAÇÃO		DESVIOS DE DIMENSÃO	
Torre	Pav	Ap.	ID	Medida 1	Medida 2	Medida 3	X	Y	Largura	Comprimento
Norte	5	504	P1	0,10	0,00	0,2	0,40	0,00	0,50	0,00
Norte	5	504	P2	0,50	0,50	0,7	0,40	0,00	0,50	0,00
Norte	5	504	P3	0,30	0,40	0,2	1,50	0,50	0,40	0,00
Norte	5	504	P6	0,60	0,40	0,5	1,00	0,50	0,00	0,50
Norte	5	504	P7	0,70	0,80	0,5	0,00	1,20	0,00	0,00
Norte	5	504	P8	0,40	0,40	0,5	0,30	2,00	0,00	0,50
Norte	5	504	P12	0,20	0,30	0,2	0,30	0,00	0,00	0,30
Norte	5	504	P13	0,20	0,00	0,1	0,50	0,30	0,40	0,00
Norte	5	504	P18	0,20	0,30	0,5	0,00	0,50	0,20	0,00
Norte	5	504	P36	0,40	0,00	0,3	0,30	0,50	0,00	0,00
				0,90	1,00	0,70	2,00	2,00	1,00	0,70
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				0,06	0,07	0,04	0,19	0,21	0,06	0,05
				0,24	0,26	0,19	0,43	0,45	0,25	0,22
				0,41	0,40	0,36	0,48	0,45	0,19	0,14

(fonte: do autor)

Com mínimos zerados, desvios padrão, médias e variâncias baixas concluiu-se que os erros de pilares foram considerados desprezíveis para uma posterior análise de correlação. Isso provavelmente aconteceu por causa do cuidado do corpo técnico da obra do estudo de caso, que deu sempre uma importância e prioridade na conferência destes elementos.

É importante elucidar que um pilar mal locado não necessariamente provoca erros de locação na viga que está apoiada neste. O que dá mais segurança a consideração feita no parágrafo anterior de que seria desconsiderado os erros em pilares em capítulos posteriores sobre correlação de variáveis. A figura 44 confirma de forma direta isso.

Figura 44 – Descontinuidade entre viga e pilar



(fonte: do autor)

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Na figura 44, em azul, o alinhamento da viga e, em vermelho, o alinhamento do pilar que nasce desviado da viga em aproximadamente 1,5 cm. Isso é enfatizado pelo procedimento adotado pela obra no estudo de caso, onde a cada conferência de locação de pilares de um pavimento, sempre é feito antecipadamente a também conferência das linhas de eixo para verificar se estão sendo rebatidos de maneira correta com os pavimentos anteriores.

A análise de qualidade de lajes foi feita em duas partes. A primeira parte foi feita analisando os erros de nivelamento pós concretagem, usando a tolerância de 0,5 centímetros dada pela NBR 14931 (2004), elencada no item 3.5. Foram analisados todos os pontos coletados em todas as lajes dos quatro apartamentos. Os pontos abaixo de -0,5 centímetros ou acima de 0,5 centímetros foram dados como “não conformidade”, seguindo o padrão de análise do trabalho.

No apêndice J, têm-se as tabelas completas de análise de nível de laje. Para apresentação de como foi feita análise, é exposto no capítulo o exemplo do apartamento 404 da torre sul na tabela 22.

Tabela 22 – Análise de qualidade de nivelamento de lajes do ap 404 – Torre sul

REVESTIMENTO TETO - PAVIMENTO 4 - 404 - TORRE SUL								
LI								
Ponto	Espessura	ANÁLISE	Ponto	Espessura	ANÁLISE	Ponto	Espessura	ANÁLISE
1	2,60	NÃO CONFORMIDADE	31	2,20	NÃO CONFORMIDADE	61	2,60	NÃO CONFORMIDADE
2	2,70	NÃO CONFORMIDADE	32	2,00	CONFORME	62	2,30	NÃO CONFORMIDADE
3	2,50	NÃO CONFORMIDADE	33	1,80	CONFORME	63	2,20	NÃO CONFORMIDADE
4	2,40	NÃO CONFORMIDADE	34	1,60	CONFORME	64	1,50	CONFORME
5	2,60	NÃO CONFORMIDADE	35	1,50	CONFORME	65	1,80	CONFORME
6	2,70	NÃO CONFORMIDADE	36	1,70	CONFORME	66	2,10	NÃO CONFORMIDADE
7	2,20	NÃO CONFORMIDADE	37	1,80	CONFORME	67	2,30	NÃO CONFORMIDADE
8	2,00	CONFORME	38	2,00	CONFORME			
9	3,10	NÃO CONFORMIDADE	39	1,50	CONFORME			
10	3,20	NÃO CONFORMIDADE	40	1,10	CONFORME			
11	2,80	NÃO CONFORMIDADE	41	1,20	CONFORME			
12	2,80	NÃO CONFORMIDADE	42	1,50	CONFORME			
13	2,90	NÃO CONFORMIDADE	43	1,80	CONFORME			
14	2,50	NÃO CONFORMIDADE	44	1,90	CONFORME			
15	2,30	NÃO CONFORMIDADE	45	2,00	CONFORME			
16	2,40	NÃO CONFORMIDADE	46	1,30	CONFORME			
17	2,10	NÃO CONFORMIDADE	47	1,00	CONFORME			
18	2,60	NÃO CONFORMIDADE	48	1,00	CONFORME			
19	2,30	NÃO CONFORMIDADE	49	1,10	CONFORME			
20	1,80	CONFORME	50	1,40	CONFORME			
21	2,00	CONFORME	51	1,50	CONFORME			
22	2,00	CONFORME	52	1,60	CONFORME			
23	2,30	NÃO CONFORMIDADE	53	1,40	CONFORME			
24	2,20	NÃO CONFORMIDADE	54	1,00	CONFORME			
25	1,80	CONFORME	55	1,40	CONFORME			
26	2,10	NÃO CONFORMIDADE	56	1,70	CONFORME			
27	2,20	NÃO CONFORMIDADE	57	2,00	CONFORME			
28	2,20	NÃO CONFORMIDADE	58	2,00	CONFORME			
29	2,00	CONFORME	59	2,30	NÃO CONFORMIDADE			
30	1,80	CONFORME	60	2,20	NÃO CONFORMIDADE			
Máx					3,20			
Mín					1,00			
Média					2,01			
ÁREA					95,49			
VOLUME					1,92			
M3 DE ARGAMASSA - AP					1,92			

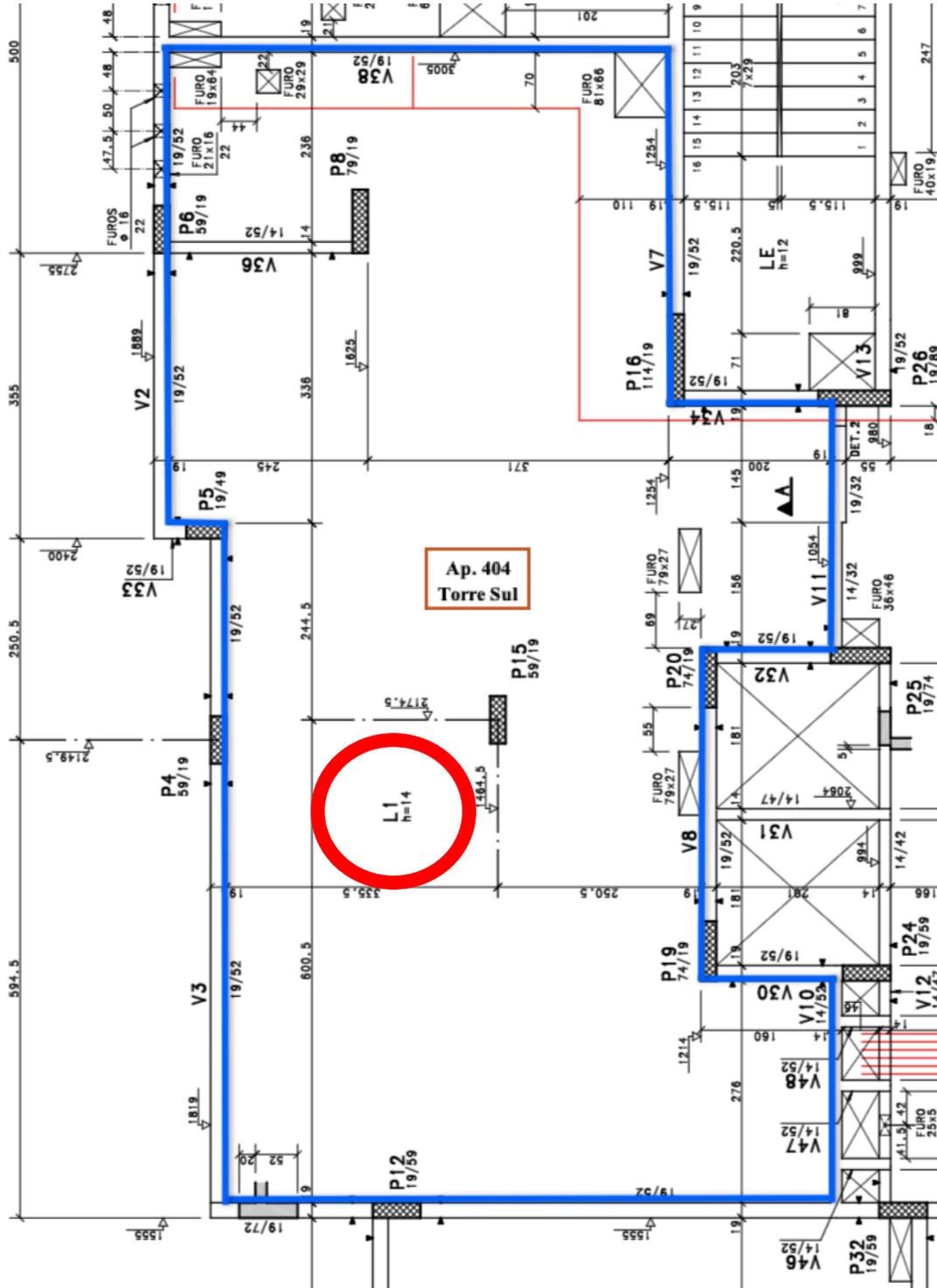
(fonte:do autor)

Além da exposição dos mínimos e máximo que são extremamente importantes, foram constadas 41 conformidades contra 22 não conformidades. Importante elucidar que o levantamento de dados desse apartamento seguiu a mesma linha de raciocínio exposto no capítulo 7.3.1. Entretanto, como pode ser visto na Figura 45, o apartamento só possui uma laje, por isso o elevado número de pontos numa mesma laje, haja vista que a laje engloba um único apartamento.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Figura 45 – Apartamento 404 – Torre Sul – Planta estrutural



(fonte: do autor)

Em relação aos outros apartamento, é exposto na tabela 23 um resumo dessas análises em todos os apartamentos.

Tabela 23 – Resumo de análise de qualidades das lajes dos apartamentos

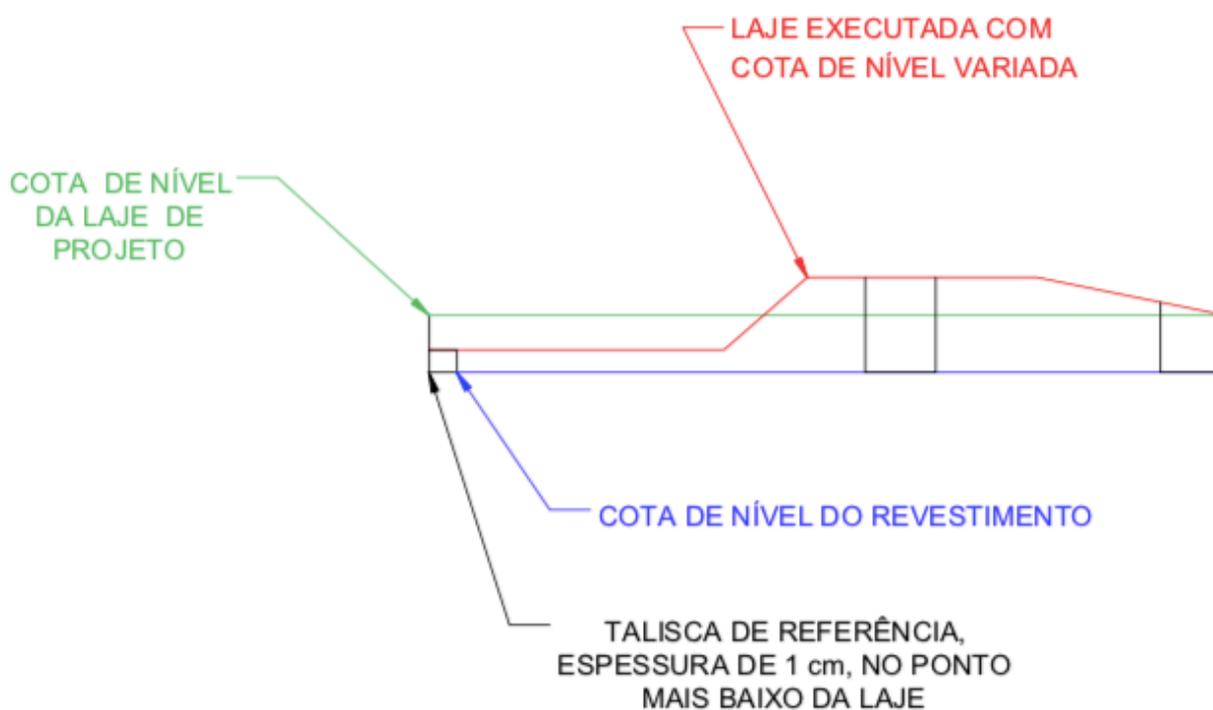
NÍVEL DE LAJE - ANÁLISE MACRO						
TORRE	PAV	AP	NÃO CONFORMIDADES	% ÑC	CONFORMIDADES	% C
NORTE	5	504	24	50%	24	50%
NORTE	2	201	19	40%	29	60%
SUL	3	303	47	52%	43	48%
SUL	4	404	22	33%	44	67%

(fonte: do autor)

Apresentou-se, portanto, no apartamento 303 mais da metade dos pontos com “não conformidade”, sendo este o pior dos quatros apartamento em análise.

Posteriormente, foi feito um cálculo hipotético da espessura do revestimento de teto. Devido ao fato que as taliscas de teto não estavam posicionadas ainda na obra, o cálculo baseou-se em coletar o ponto mais baixo de cada laje e acrescentar uma espessura fixa de 1 centímetro neste ponto. Este seria o ponto de referência de espessura de laje para os outros pontos da respectiva laje. A figura 46 explica melhor como foi realizada esta análise.

Figura 46 – Coleta de dados de laje



(fonte: do autor)

A figura 46 exemplifica que o ponto mais baixo de laje executada implica em menores espessuras de revestimento, ao passo que pontos mais altos implicam em espessuras de revestimento argamassado maiores.

Para melhor didática no processo também exemplificou-se na tabela 24 com o apartamento 404 da torre sul.

Tabela 24 – Espessura e análise de qualidade de revestimento argamassado de teto do apartamento 404 torre sul

ESPESSURAS DE REVESTIMENTO ARGAMASSADO DE TETO								
PAVIMENTO 4 - 404 - TORRE SUL								
L9 - Medições [cm]								
Pontos	Esp	Análise de qualidade	Pontos	Esp	Análise de qualidade	Pontos	Esp	Análise de qualidade
1	2,60	NÃO CONFORMIDADE	31	2,20	NÃO CONFORMIDADE	61	2,60	NÃO CONFORMIDADE
2	2,70	NÃO CONFORMIDADE	32	2,00	CONFORME	62	2,30	NÃO CONFORMIDADE
3	2,50	NÃO CONFORMIDADE	33	1,80	CONFORME	63	2,20	NÃO CONFORMIDADE
4	2,40	NÃO CONFORMIDADE	34	1,60	CONFORME	64	1,50	CONFORME
5	2,60	NÃO CONFORMIDADE	35	1,50	CONFORME	65	1,80	CONFORME
6	2,70	NÃO CONFORMIDADE	36	1,70	CONFORME	66	2,10	NÃO CONFORMIDADE
7	2,20	NÃO CONFORMIDADE	37	1,80	CONFORME		2,30	NÃO CONFORMIDADE
8	2,00	CONFORME	38	2,00	CONFORME			
9	3,10	NÃO CONFORMIDADE	39	1,50	CONFORME			
10	3,20	NÃO CONFORMIDADE	40	1,10	CONFORME			
11	2,80	NÃO CONFORMIDADE	41	1,20	CONFORME			
12	2,80	NÃO CONFORMIDADE	42	1,50	CONFORME			
13	2,90	NÃO CONFORMIDADE	43	1,80	CONFORME			
14	2,50	NÃO CONFORMIDADE	44	1,90	CONFORME			
15	2,30	NÃO CONFORMIDADE	45	2,00	CONFORME			
16	2,40	NÃO CONFORMIDADE	46	1,30	CONFORME			
17	2,10	NÃO CONFORMIDADE	47	1,00	CONFORME			
18	2,60	NÃO CONFORMIDADE	48	1,00	CONFORME			
19	2,30	NÃO CONFORMIDADE	49	1,10	CONFORME			
20	1,80	CONFORME	50	1,40	CONFORME			
21	2,00	CONFORME	51	1,50	CONFORME			
22	2,00	CONFORME	52	1,60	CONFORME			
23	2,30	NÃO CONFORMIDADE	53	1,40	CONFORME			
24	2,20	NÃO CONFORMIDADE	54	1,00	CONFORME			
25	1,80	CONFORME	55	1,40	CONFORME			
26	2,10	NÃO CONFORMIDADE	56	1,70	CONFORME			
27	2,20	NÃO CONFORMIDADE	57	2,00	CONFORME			
28	2,20	NÃO CONFORMIDADE	58	2,00	CONFORME			
29	2,00	CONFORME	59	2,30	NÃO CONFORMIDADE			
30	1,80	CONFORME	60	2,20	NÃO CONFORMIDADE			
Máx	3,20							
Mín	1,00							
Média	2,01							

(fonte: do autor)

As espessuras para revestimento argamassado de teto, seguindo as tolerâncias dadas na tabela 3 apresentada no capítulo 4.4.1 (Espessuras em milímetros de revestimento interno e externo, NBR 13749, 2013) foram fixadas como “não conformidade”, as medições com valores acima de 2 centímetros. Estendendo a análise para os outros apartamentos a tabela 25 expõe os valores resumo dos outros apartamentos também.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Tabela 25 – Análise resumo de qualidade de espessura de revestimento de teto dos quatro apartamentos

REVESTIMENTO ARGAMASSADO DE TETO - ANÁLISE MACRO						
TORRE	PAV	AP	NÃO CONFORMIDADES	% ÑC	CONFORMIDADES	% C
NORTE	5	504	14	16%	76	84%
NORTE	2	201	25	52%	23	48%
SUL	3	303	72	80%	18	20%
SUL	4	404	30	45%	36	55%

(fonte: do autor)

Destaca-se negativamente os valores de espessura do apartamento 303 da torre sul que houve 80% de “não conformidades”; entretanto, destaca-se que o apartamento 504 da torre norte, diferente das outras análises feitas, aqui apresentou a menor quantidade de pontos com não conformidade entre os 4 apartamentos de análise.

## 8.2 ANÁLISE DE PERDAS E DE CUSTO

Uma das premissas da construção civil, sem dúvida, é a redução de perdas dentro de canteiro de obras. Um dos principais indicadores de conformidade no revestimento argamassado interno é, de fato, a dimensão de taliscas, pois são elas que determinam qual será a espessura final do revestimento. Conforme o capítulo 4.4.1 na tabela 3, NBR 13749 (2013, p. 2), espessuras são aceitáveis entre 0,5 centímetros e 2 centímetros. Além disso, no projeto do estudo de caso as espessuras são fixadas em 1,5 centímetros. Entretanto, conforme levantamento de dados no capítulo 7.4, algumas taliscas obtiveram valores muito maiores do que as especificações de norma e, inclusive, de projeto, como pode ser visto na tabela 13. Em vista disso, foi feita uma análise de perdas de revestimento devido a espessura de taliscas.

Tabela 26 – Taliscas com espessuras com perdas elevadas

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				Medições [cm]	
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Talisca 1	Talisca 2
Norte	5	504	V15	1,80	2,00
Norte	5	504	V17	5,50	5,00
Norte	5	504	V1	4,50	4,80
Norte	5	504	V3	5,50	5,30
Norte	5	504	V24	2,30	2,30
Norte	5	504	V5	1,80	1,80
Norte	5	504	V7	2,10	2,00
Norte	5	504	V4	1,00	1,20

(fonte: do autor)

Para uma análise mais precisa foi elaborada uma espessura média de taliscas e a partir destas foi feita uma relação de perdas comparadas a NBR 13749 (2013) e o projeto. As equações utilizadas para executar estes cálculos foram as seguintes:

$$P_{proj} = ((Vol_{Real} - Vol_{proj}) / Vol_{proj}) \times 100 ;$$

$$P_{NBR} = ((Vol_{Real} - Vol_{NBR}) / Vol_{NBR}) \times 100 ;$$

Sendo,

$$Vol_{Real} = e_{média} \cdot L_i \cdot H_i ;$$

$$Vol_{NBR} = e_{NBR} \cdot L_i \cdot H_i ;$$

$$Vol_{Proj} = e_{proj} \cdot L_i \cdot H_i ;$$

Onde,

$Vol_{Real}$  = Volume real da parede i;

$Vol_{NBR}$  = Volume máximo normativo i;

$Vol_{Proj}$  = Volume máximo Projeto i;

$e_{NBR} = 2$  cm;

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

$e_{proj} = 1,5 \text{ cm};$

$L_i =$  Comprimento da parede de alvenaria em análise;

$H_i =$  Altura da alvenaria em análise;

Os valores de cálculo podem ser visto na tabela 14

Tabela 27 – Análise de perdas relativas a projeto e NBR

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				Medições [cm]		
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	e média (cm)	$P_{proj}$	$P_{NBR}$
Norte	5	504	V15	1,9	27%	-5%
Norte	5	504	V17	5,25	250%	163%
Norte	5	504	V1	4,65	210%	133%
Norte	5	504	V3	5,4	260%	170%
Norte	5	504	V24	2,3	53%	15%
Norte	5	504	V5	1,80	20%	-10%
Norte	5	504	V7	2,05	37%	3%
Norte	5	504	V4	1,1	-27%	-45%
				Perdas médias	89%	42%

(fonte: do autor)

Importante elucidar que no estudo de caso o orçamento da obra levou em consideração a espessura de projeto. Portanto, realizou-se uma análise de consumo de argamassa nas paredes analisadas, calculando-se então o acréscimo de argamassa utilizado conforme tabela 15. Para fins de cálculo desconsiderou-se o preenchimento de vigas no levantamento de volume de argamassa que seria utilizado. Para melhor didática do estudo, foi elaborada a tabela 28 de exemplo para demonstrar como foi feito o cálculo de perdas dos apartamentos.

Tabela 28 – Análise de perdas totais – apartamento 504

Torre	Pav	Ap	Identificação	e média (cm)	Altura – Alvenaria (cm)	Comprimento (cm)	Vol. Proj [m <sup>3</sup> ]	Vol. Real [m <sup>3</sup> ]
Norte	5	504	V15	1,90	222,00	656,20	0,22	0,28
Norte	5	504	V17	5,25	222,00	395,00	0,13	0,46
Norte	5	504	V1	4,65	222,00	421,00	0,14	0,43
Norte	5	504	V3	5,40	222,00	590,97	0,20	0,71
Norte	5	504	V24	2,30	222,00	736,70	0,25	0,38
Norte	5	504	V5	1,80	222,00	591,50	0,20	0,24
Norte	5	504	V7	2,05	222,00	705,00	0,23	0,32
Norte	5	504	V4	1,10	222,00	591,90	0,20	0,14
Volumes totais							1,56	2,95
Perda							89,48%	

(fonte: do autor)

Como pode ser observado no apartamento 504 da torre norte do empreendimento em análise, tivemos uma perda extremamente elevada de 89%. Muito mais elevado que a perda estipulada por orçamento que previa 8%, quase 10 vezes o percentual de perda orçado,.

O volume total, dos quatro apartamento analisados, tanto real, como de projeto e máximos normativos são observados na tabela 16 de forma resumida.

Tabela 29 – Volumes e perdas totais do estudo de caso em revestimento de parede

Volume Total dos 4 apartamentos de Parede	[m <sup>3</sup> ]	Perdas
Real	8,43	-
Projeto	5,67	49%
NBR	7,56	11%

(fonte: do autor)

Como pode ser observado a perda geral destes 4 apartamentos do estudo de caso, apresentaram consumo de argamassa 8,43 m<sup>3</sup>, representando 2,24 m<sup>3</sup> a mais que o de projeto, ou seja, chegando a valores de 49% de custo a mais em relação ao orçamento.

Foi possível chegar a uma espessura média de revestimento interno de parede. Para isso, ponderou-se as taliscas médias com os comprimentos de suas respectivas paredes. Chegando-se a um valor de espessura média dos 4 apartamentos de 2,23 centímetros.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Finalizando a etapa de análise de perdas e custos, foi levantado os volumes de projeto dos quatro apartamento de revestimento argamassado de teto. Comparando-se, portanto, com os volumes de projeto, 1,5 centímetros, e com o valor máximo da tabela 3, o qual é marcado como 2 centímetros. Na tabela 30, pode ser visto o levantamento de volumes dos apartamentos. Para este levantamento foi utilizado o valor médio de espessuras de cada laje.

Tabela 30 – Volumes por apartamento de argamassa de teto hipotéticos, normativos e de projeto.

ESPESSURAS HIPOTÉTICAS DE REVESTIMENTO DE TETO - Medições [cm]								
Localização	Ap. 504 - Torre Norte			Ap. 201 - Torre Norte			Ap. 303 - Torre Sul	Ap. 404 - Torre Sul
Lajes	L1	L2	L5	L11	L12	L14	L9	L1
[cm] - Média	1,68	1,69	2,50	2,09	2,29	1,70	2,43	2,01
[m <sup>2</sup> ] - ÁREA	49,6	22,2	20,4	20,4	49,68	22,22	82,98	95,49
[m <sup>3</sup> ] - VOLUME	0,83	0,38	0,51	0,43	1,14	0,38	2,02	1,92
[m <sup>3</sup> ] - DE ARGAMASSA - AP	1,72			1,94			2,02	1,92
[m <sup>3</sup> ] - projeto	0,75	0,33	0,31	0,31	0,75	0,33	1,24	1,43
	1,39			1,39			1,24	1,43
[m <sup>3</sup> ] - NBR	0,99	0,44	0,41	0,41	0,99	0,44	1,66	1,91
	1,85			1,85			1,66	1,91

(fonte: do autor)

Pode ser observado na tabela acima que todos apartamentos passaram dos valores de orçamento, destacando-se o apartamento 303 da torre sul, que atingiu espessuras médias de revestimento argamassado de teto de 2,43 centímetros.

De forma resumida é exposto na tabela 18 o resumo de perdas totais em relação a projeto e a NBR 13749 (2013) de revestimento argamassado de teto.

Tabela 31 – Volumes totais e perdas de revestimento argamassado de teto

Volume Total - Teto	[m <sup>3</sup> ]	Perdas
Real	7,60	-
Projeto	5,45	39%
NBR	7,26	5%

(fonte: do autor)

É observável na tabela 18 que houve perdas de 39% valor extremamente acentuado em relação ao orçamento. Com cerca de 2,15 m<sup>3</sup> de perda de argamassa em relação ao orçamento da obra.

Especificando o problema de custo do trabalho, segundo o SINAPI (2018), a exemplo do insumo de massa única de argamassa industrializada para ambientes com mais de 10 metros quadrados e com aplicação manual a 1,5 centímetros de espessura o custo por metro quadrado fica fixado em R\$ 51,64. Tomando este preço como base, pode-se fazer um esboço de custo deste serviço tanto de orçamento, como o calculado hipotético do trabalho, chega-se em valores para revestimento argamassado de parede, respectivamente, de R\$ 14.641,88 e R\$ 22.000,04. Com aproximadamente 50% a mais de custo nestes quatro apartamentos de análise. Este valor tão alto se deve a espessura média de 2,23 centímetros, calculada no capítulo 8.2, ter dado tão acima do valor de projeto. Na tabela 19 foi elaborado o custo de orçamento e real dos quatro apartamentos de análise na atividade de revestimento argamassado interno tanto de parede como de teto.

Tabela 32 – Custo do revestimento argamassado interno total do estudo

CUSTO REVESTIMENTO ARGAMASSADO INTERNO				
Apartamento	Parede		Teto	
	Orçado	Real	Orçado	Real
Unidades	R\$	R\$	R\$	R\$
Ap. 504 - Torre Norte	R\$ 2.824,97	R\$ 5.762,93	R\$ 3.576,81	R\$ 4.363,71
Ap. 201 - Torre Norte	R\$ 4.026,37	R\$ 6.710,62	R\$ 3.576,81	R\$ 5.102,92
Ap. 303 - Torre Sul	R\$ 3.201,81	R\$ 3.714,10	R\$ 3.213,82	R\$ 5.206,38
Ap. 404 - Torre Sul	R\$ 4.588,73	R\$ 5.812,39	R\$ 3.698,33	R\$ 4.955,76
Totais	R\$ 14.641,88	R\$ 22.000,04	R\$ 14.065,77	R\$ 19.628,78
	Orçado - Real	R\$ 7.358,16	Orçado - Real	R\$ 5.563,00

(fonte: do autor)

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

Somando-se, portanto, as diferenças entre orçado e real de revestimento argamassa de parede e teto, chega-se ao valor de R\$ 12.921,17. Valor 45% maior do que o orçado para os 4 apartamentos de análise.

### 8.3 CORRELAÇÃO DE DADOS

Um dos fatores mais expressivos durante a coleta de dados, foi o quanto as vigas que faziam parte das fachadas, apresentaram maiores erros de locação, largura e prumo do que as demais. Posteriormente, analisando os dados foi evidenciado este fator. Na tabela 33 foi enfatizado isso de maneira que dentro das colunas fossem criadas tarjas proporcionais: quanto maior o valor, maior a barra em sua respectiva célula.

Tabela 33 – Correlação da classificação de vigas com seus respectivos desvios

Dados				Desvios/Erros de execução - MEDIÇÕES [cm]				Classificação
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Largura	Altura	Locação	Prumo	
Norte	2	201	V33	0,43	-0,83	1,40	0,93	FACHADA
Norte	2	201	V31	3,50	0,00	0,87	1,97	FACHADA
Norte	2	201	V14	0,23	-1,83	0,87	1,60	FACHADA
Norte	2	201	V12	0,90	-0,87	1,00	0,43	FACHADA
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	0,03	-0,70	0,10	0,07	INTERNA
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	0,03	-1,83	0,17	0,53	INTERNA
Norte	2	201	V10	0,17	-1,00	0,57	0,37	INTERNA
Norte	2	201	V28	0,03	-1,00	0,23	0,33	INTERNA
Norte	2	201	V8	0,07	-1,27	0,00	0,50	INTERNA
Norte	5	504	V15	-0,07	-1,33	-1,90	0,40	FACHADA
Norte	5	504	V17	3,50	-2,67	-2,50	1,93	FACHADA
Norte	5	504	V1	0,17	-2,00	2,20	0,47	FACHADA
Norte	5	504	V3	0,67	-1,33	3,10	0,07	FACHADA
Norte	5	504	V24	0,07	0,00	0,70	0,20	INTERNA
Norte	5	504	V5	-0,07	-1,00	0,20	0,07	INTERNA
Norte	5	504	V7	0,00	-1,17	0,00	0,53	INTERNA
Norte	5	504	V4	0,17	-1,33	0,10	0,50	INTERNA
Sul	3	303	V19	0,10	0,27	-0,57	0,17	FACHADA
Sul	3	303	V29	0,03	0,17	0,13	0,30	FACHADA
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	0,27	0,30	0,03	0,27	INTERNA
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	0,37	0,00	-0,37	0,17	INTERNA
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	0,27	0,27	-0,03	0,40	INTERNA
Sul	3	303	V37	0,17	-0,03	0,23	0,50	INTERNA
Sul	3	303	V20	0,10	0,00	-0,13	0,50	FACHADA
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	0,27	0,67	0,47	1,03	FACHADA
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	-0,13	0,33	0,43	1,17	FACHADA
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	0,50	0,50	0,17	2,17	FACHADA
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	0,40	0,00	1,27	2,43	FACHADA
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	0,10	1,83	1,10	1,97	FACHADA
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	0,27	1,17	1,67	2,30	FACHADA
Sul	4	404	V38	0,33	0,83	1,10	1,10	INTERNA
Sul	4	404	V7	0,07	0,83	0,33	0,47	INTERNA
Sul	4	404	V34	0,17	0,33	0,70	0,57	INTERNA
Sul	4	404	V11	0,10	1,17	0,83	0,33	INTERNA
Sul	4	404	V32	0,00	0,83	0,40	0,63	INTERNA
Sul	4	404	V8	0,13	0,83	0,40	0,50	INTERNA
Sul	4	404	V30	0,00	0,33	0,60	0,37	INTERNA
Sul	4	404	V10	0,10	1,00	0,33	0,67	INTERNA

(fonte: do autor)

Na tabela 33 ficou evidente que os maiores erros foram para vigas de fachada. No entanto, pode-se afirmar que os valores de altura das vigas não apresentaram padrão em relação a isso, já que vigas internas também possuíram desvios altos.

Além disso, os desvios de vigas ficaram intimamente ligados com a espessura das taliscas, o que foi, de fato, já bem observável também ainda na fase de levantamento de dados, comprovando uma grande influência destes desvios na espessura do revestimento argamassado interno. Erros maiores, por exemplo, de locação de vigas, resultaram, sem dúvida, em espessuras de revestimentos maiores. Essa relação pode ser encontrada na tabela 34. Outros fatores podem também levar a maiores espessuras, como, por exemplo, a falta de alinhamento vertical (prumo) das alvenarias, excesso de rebarbas de argamassa de assentamento de blocos, mas estes fatores não foram avaliados neste trabalho.

Tabela 34 – Correlação da classificação de vigas, desvios de vigas com espessuras médias de taliscas

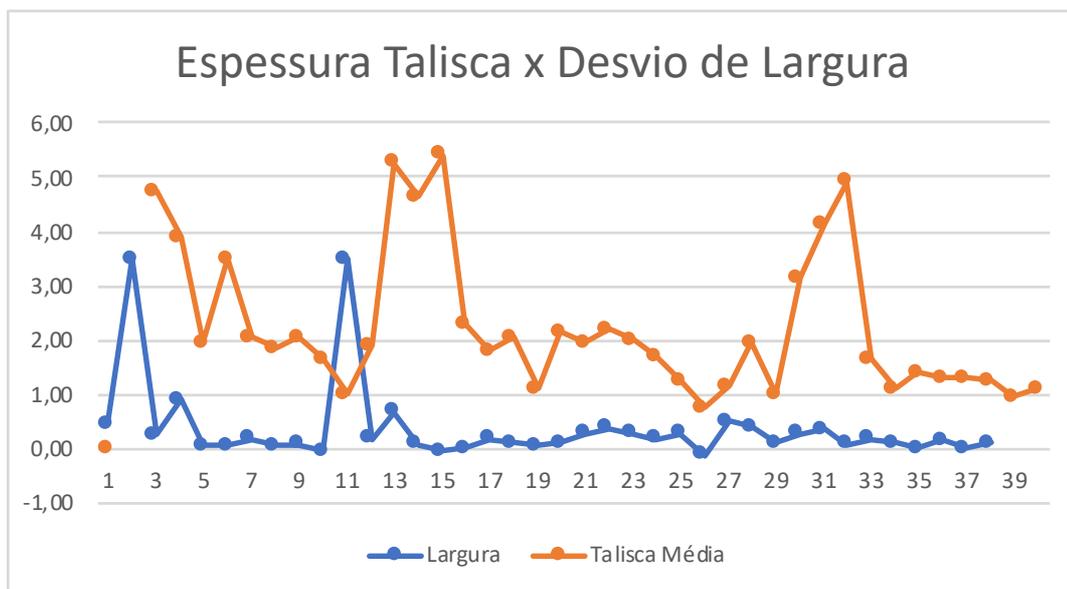
Dados				Desvios/Erros de execução - MEDIÇÕES [cm]				Classificação	Talisca média
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Largura	Altura	Locação	Prumo		
Norte	2	201	V33	0,43	-0,83	1,40	0,93	FACHADA	4,75
Norte	2	201	V31	3,50	0,00	0,87	1,97	FACHADA	3,90
Norte	2	201	V14	0,23	-1,83	0,87	1,60	FACHADA	1,95
Norte	2	201	V12	0,90	-0,87	1,00	0,43	FACHADA	3,50
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	0,03	-0,70	0,10	0,07	INTERNA	2,05
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	0,03	-1,83	0,17	0,53	INTERNA	1,85
Norte	2	201	V10	0,17	-1,00	0,57	0,37	INTERNA	2,05
Norte	2	201	V28	0,03	-1,00	0,23	0,33	INTERNA	1,65
Norte	2	201	V8	0,07	-1,27	0,00	0,50	INTERNA	1,00
Norte	5	504	V15	-0,07	-1,33	-1,90	0,40	FACHADA	1,90
Norte	5	504	V17	3,50	-2,67	-2,50	1,93	FACHADA	5,25
Norte	5	504	V1	0,17	-2,00	2,20	0,47	FACHADA	4,65
Norte	5	504	V3	0,67	-1,33	3,10	0,07	FACHADA	5,40
Norte	5	504	V24	0,07	0,00	0,70	0,20	INTERNA	2,30
Norte	5	504	V5	-0,07	-1,00	0,20	0,07	INTERNA	1,80
Norte	5	504	V7	0,00	-1,17	0,00	0,53	INTERNA	2,05
Norte	5	504	V4	0,17	-1,33	0,10	0,50	INTERNA	1,10
Sul	3	303	V19	0,10	0,27	-0,57	0,17	FACHADA	2,15
Sul	3	303	V29	0,03	0,17	0,13	0,30	FACHADA	1,95
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	0,27	0,30	0,03	0,27	INTERNA	2,20
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	0,37	0,00	-0,37	0,17	INTERNA	2,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	0,27	0,27	-0,03	0,40	INTERNA	1,70
Sul	3	303	V37	0,17	-0,03	0,23	0,50	INTERNA	1,25
Sul	3	303	V20	0,10	0,00	-0,13	0,50	FACHADA	0,75
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	0,27	0,67	0,47	1,03	FACHADA	1,15
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	-0,13	0,33	0,43	1,17	FACHADA	1,95
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	0,50	0,50	0,17	2,17	FACHADA	1,00
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	0,40	0,00	1,27	2,43	FACHADA	3,15
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	0,10	1,83	1,10	1,97	FACHADA	4,15
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	0,27	1,17	1,67	2,30	FACHADA	4,90
Sul	4	404	V38	0,33	0,83	1,10	1,10	INTERNA	1,65
Sul	4	404	V7	0,07	0,83	0,33	0,47	INTERNA	1,10
Sul	4	404	V34	0,17	0,33	0,70	0,57	INTERNA	1,40
Sul	4	404	V11	0,10	1,17	0,83	0,33	INTERNA	1,30
Sul	4	404	V32	0,00	0,83	0,40	0,63	INTERNA	1,30
Sul	4	404	V8	0,13	0,83	0,40	0,50	INTERNA	1,25
Sul	4	404	V30	0,00	0,33	0,60	0,37	INTERNA	0,95
Sul	4	404	V10	0,10	1,00	0,33	0,67	INTERNA	1,10

(fonte: do autor)

Para ajudar no entendimento de correlação dessas quatro variáveis de desvio com a variável de espessura de revestimento argamassado medido através da talisca média, foram elaborados 4 gráficos.

No gráfico 1, pode-se observar um certo padrão entre a variável largura de vigas com espessura de taliscas.

Gráfico 1 - Largura de vigas x espessura média de taliscas

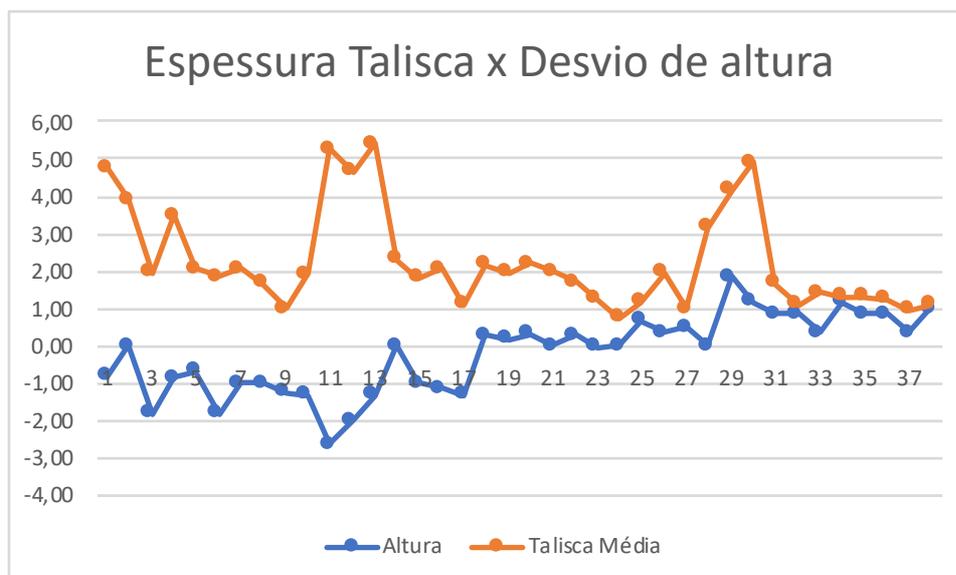


(fonte: do autor)

É observável que os máximos das larguras acompanham os máximos das espessuras em alguns casos do gráfico. Entretanto estes máximos nas taliscas se dão de forma bem mais abrupta e acentuada.

Para o desvio de altura, o gráfico 2, demonstra a relação que há entre as duas variáveis.

Gráfico 2 - Altura das vigas x espessura média de taliscas



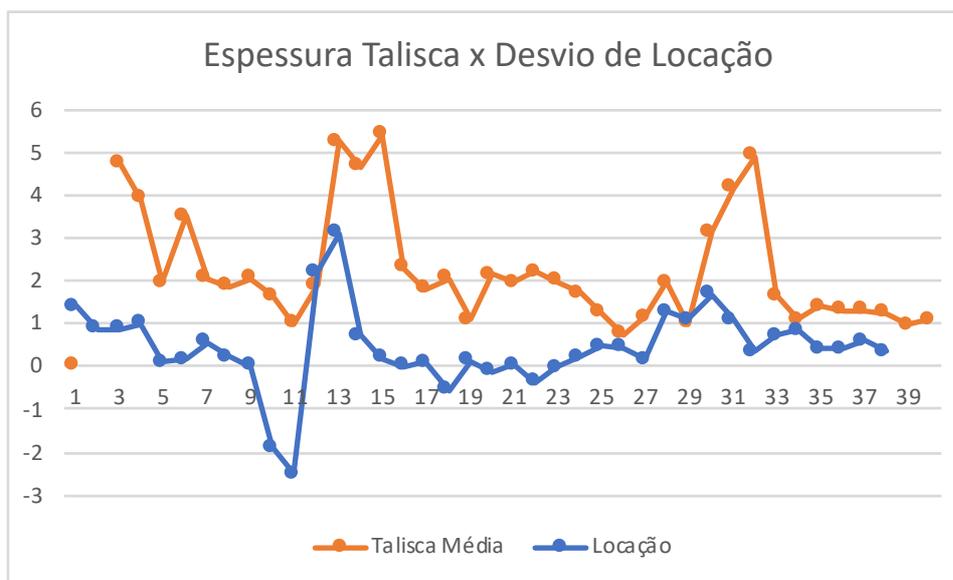
(fonte: do autor)

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

O gráfico 2 demonstra a falta de correlação entre as duas variáveis, logo foi automaticamente descartada, haja vista que inicialmente é demonstrado um padrão entre o mínimo de desvio de alturas com o máximo de espessura de taliscas, posteriormente se dão máximos com máximos.

Posteriormente, foi feita a relação entre locação e espessura de talisca. Este foi o caso onde a correlação das duas variáveis se deu de maneira bem forte. Como pode ser visto no gráfico 3.

Gráfico 3 - Locação x espessura média de taliscas

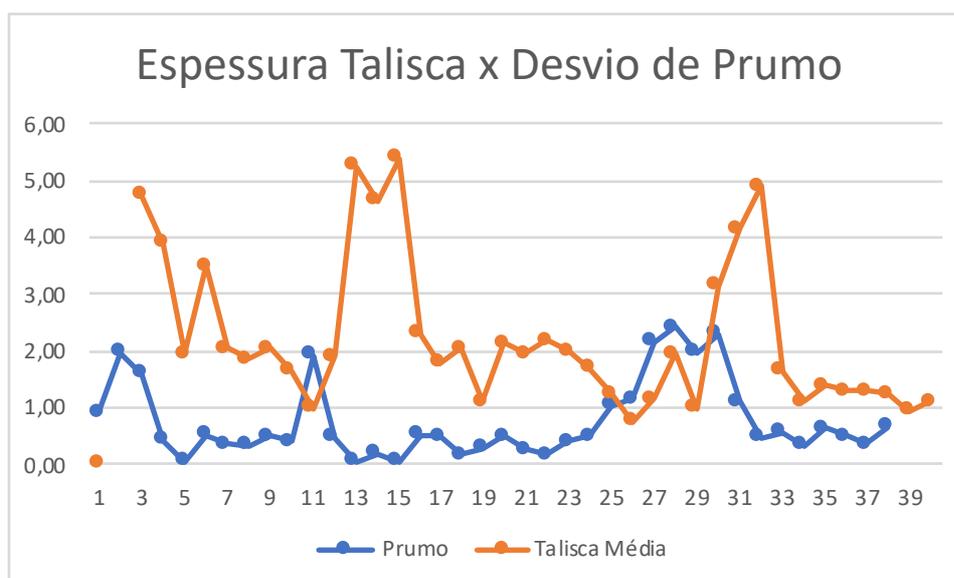


(fonte: do autor)

Foi perceptível que ascendências e descendências dos dois parâmetros obtiveram grau relativo de similaridade que as outras variáveis ainda não possuíam.

Por fim, de forma análoga foi feita essa mesma análise, desta vez com o desvio de prumo e a espessura de taliscas no gráfico 4.

Gráfico 4 - Locação x desvio de prumo de vigas



(fonte: do autor)

Também de forma semelhante ao que foi apresentado com locação, o desvio de prumo apresentou um grau alto de correlação das duas variáveis.

Para reforçar correlação das variáveis apresentadas nos gráficos anteriores, realizou-se um estudo de correlação linear de Pearson. Segundo TRIOLA (2012), a equação de Pearson é dada por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Onde,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

Sendo,

$x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $y_1, y_2, \dots, y_n$  são os valores medidos de ambas as variáveis. Aplicando ao estudo de caso fixou-se a variável  $y$  como a espessura média das taliscas dos apartamentos e os demais parâmetros atuando na variável  $y$  para comparação. Chegou-se, portanto, aos seguintes valores de coeficiente de Pearson, observáveis na tabela 18.

Tabela 35 – Coeficientes de Pearson

	Largura x Talisca	Altura x Talisca	Locação x Talisca	Prumo x Talisca
Pearson	0,51	-0,29	0,34	0,38

(fonte: do autor)

Segundo ainda TRIOLA (2012), este coeficiente tem variação de -1 a 1, quando este número ficar muito próximo de zero, conclui-se que não há correlação, ou indica uma correlação desprezível. Mesmo os valores de correlação sendo considerados baixo (exceto a correlação de largura x talisca que é mediano), pode-se enfatizar a falta de relação entre a espessura da talisca e altura.

## 8.4 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

É evidente a necessidade do uso de novas tecnologias, novos materiais que possibilitem uma maior assertividade, qualidade e conforto ao usuário. Entretanto, o problema não passa somente pela tecnologia. Muitas obras no Brasil, assim como o respectivo empreendimento do estudo de caso, possuem alta variabilidade e com alto grau de complexidade do elementos construtivos. Neste caso, dependendo do porte da obra, se torna inviável efetivar materiais com maior tecnologia que só otimizem processos com alto grau de repetitividade ou que tenham um elevado grau de investimento, o que tornaria inviável para um empreendimento pequeno. Além disso, na obra do estudo de caso, é um exemplo claro de projeto com alto grau de complexidade e variabilidade entre pavimentos o que torna inviável um processo de fôrma para concreto armado que vise alta repetitividade.

Logo, é perceptível que uma das opções seria manter o atual sistema de supraestrutura, mas uma das soluções para alguns dos problemas perpassa pelo sistema de conferência das obras. Este problema pode ser agravado devido à falta de conhecimento da engenharia da obra, falta

de treinamento de funcionários, falta de gestão da obra, escassez de tempo, prazos de obra mal elaborados, entre outros problemas.

Entretanto, com o estudo de caso é possível ressaltar algumas possíveis soluções de alguns pontos críticos na fase de carpintaria da fôrmas de madeira de concreto armado. Uma das mais importantes medidas seria, antes lançamento do concreto de lajes e vigas de um pavimento, a realização de uma conferência de locação de vigas externas de fachada. Esta locação seria realizada com linhas de eixo no pavimento inferior e um prumo de centro, da mesma forma demonstrada no estudo de caso no item 7.1.1

Poderia-se também, conferir a dimensão das fôrmas das lajes, pois erros nestas podem ocasionar erros tanto em prumo, como em locação de vigas como pode ser visualizado no item 8.1.

Deve-se ressaltar, que a base de um bom processo de carpintaria de fôrmas de madeira também passa por pilares bem locados e bem alinhados verticalmente, haja vista que eles podem acarretar em um efeito cascata nos elementos subsequentes a serem concretados acima do mesmo.

## 9. CONCLUSÕES

Conforme analisado no estudo, erros na fase de execução da fôrma de madeira da supraestrutura de concreto armado acarretam uma série de problemas em fases posteriores da execução do acabamento das vedações internas, principalmente na execução do revestimento argamassado interno. Estes problemas são evidenciados em grandes espessuras determinadas na marcação das taliscas, que conferem consumos excessivos da argamassa de emboço de paredes e tetos, que pode-se classificar como desperdício, além de outros efeitos como: descolamento, sobrecargas, entre outros.

Somado a isso, entra o problema de custo, cujo exemplo do estudo de caso trouxe no capítulo 8.2, que encontrou-se 45% a mais de custo no orçamento de revestimento argamassado interno dos 4 apartamentos em análise em função do aumento da espessura da camada de emboço. Isso deflagra de fato, o impacto que a má execução das fôrmas de madeira de concreto armado trazem para serviços posteriores, em especial o revestimento revestimento argamassado interno. O valor de R\$ 12.921,17 que não estava previsto em somente 4 apartamentos também evidencia

esse cuidado que deve-se ter nessa fase da supraestrutura, se o trabalho estendesse os outros apartamentos ou, além disso, voltasse as atenções para impactos em outros serviços não só de revestimento, indubitavelmente, obteria-se valores muito mais altos que este.

Em termos de qualidade, a NBR 13749 (2013) não garante qualidade para espessuras acima do especificado de revestimento, visto que se sabe que há uma série de patologias que ocorrem devido a camadas fora da especificação normativa. Tais manifestações patológicas promovem descontentamento aos clientes, bem como processos na justiça contra a construtora responsável pela obra. Em suma, uma série de custos dispendiosos que não estavam prescritas seja em orçamento, seja em qualquer análise de risco de um empreendimento.

Por conseguinte, o trabalho mostra que a etapa de fôrmas da supraestrutura é uma fase, que, sem dúvida, impacta muito no serviço de revestimento interno argamassado em termos de custo, e qualidade, o que justificaria esforços visando o treinamento da mão de obra. O estudo também propõe um olhar mais atento à fôrma de concreto armado e à importância de um controle de qualidade mais efetivo do corpo técnico de obra.

Aliado ao cenário brasileiro econômico e da construção civil, fica evidente a necessidade de utilização de novas tecnologias e novos materiais que minimizem custos, perdas e que maximizem a qualidade do produto final. Não obstante, é importante elucidar que para esta melhoria ocorrer é necessário atuar na origem do problema e não atuar de forma paliativa: deve-se melhorar e modernizar a gestão de obra, com pessoas engajadas em fazer uma inspeção de serviços com qualidade e, em um futuro próximo, com capacitação que abra a possibilidade de aplicação de novas técnicas construtivas.

Finaliza-se, portanto, esperando que o trabalho tenha alertado para todos os quesitos levantados acima, haja vista que, somente assim, possibilitar-se-á um menor índice de perdas e de custo e, portanto, maiores índices de qualidade e satisfação do cliente nos empreendimentos brasileiros.

## REFERÊNCIAS

- MARANHÃO, G. M. **Fôrmas para concreto: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97**. São Carlos: Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, 2000.
- NAZAR, Nilton. **Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2007.
- GEHBAUER, Fritz. **Planejamento e Gestão de obras – Um Resultado Prático da Cooperação Técnica Brasil – Alemanha**. 1ª edição. Curitiba: CEFET-PR, 2002.
- FREIRE, T. M.; SOUZA, U. E. L. de. **Classificação dos Sistemas de Formas para Estruturas de Concreto Armado**. São Paulo: EPUSP, 2001. Boletim Técnico PCC n. 296.
- CICHINELLI, Gisele C. **Sistemas de Fôrmas**. São Paulo, 2010.  
<<http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/155/formas-286677-1.aspx>>. Acesso em: 10 de novembro, 2018.
- ASSAHI, Paulo N. **Sistema de fôrma para estrutura de concreto**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- CREMONINI, Ruy A. **Fôrmas para estruturas de concreto**. Versão 07 - 16/05/2018. Apostila de EDIFICAÇÕES I - ENG1013. Porto Alegre: UFRGS.
- SILKE, Rodrigo Marcandier. **Equipamento: Prumo**.  
<[http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09\\_ida/idabanco4/cadastro/p\\_cadastro/equipamento/Corpo\\_centro\\_equipamento\\_2.php?idEquipamento=15](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/09_ida/idabanco4/cadastro/p_cadastro/equipamento/Corpo_centro_equipamento_2.php?idEquipamento=15)> . Acesso em: 25 de novembro, 2018.
- COLEN, I. F.; RUIVO, S; TEIXEIRA P.; NETO, N; SILVESTRE, J.; FERNANDES, C. **Revestimentos de paredes**.  
<<http://www.civil.ist.utl.pt/~joaof/tcpb/21%20Revestimentos%20de%20paredes%20%2022a%20a%2024a%20aulas%20teóricas.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro, 2018.
- ARAÚJO, Luís O. C.; FREIRE, Tomás M. **Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios**. São Carlos: UFSCAR, 2004.
- OLIVEIRA, Cristiane Sardin Padilla de. Email: <[cristiane.sardin@ufrgs.br](mailto:cristiane.sardin@ufrgs.br)>. Enviado: 29 de novembro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15696**: Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos, 1988.
- \_\_\_\_\_. **NBR 14807**: Peças de madeira serrada - Dimensões. Rio de Janeiro, 2002.

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

- \_\_\_\_\_. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7200**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Especificação. Rio de Janeiro, 1998.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios — Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

PRATA, Josiane S. - Coordenadora. **Construção passo a passo**. 1ª edição. São Paulo: PINI, 2009 – Vol. 1.

PRATA, Josiane S. - Coordenadora. **Construção passo a passo**. 1ª edição. São Paulo: PINI, 2011 – Vol. 2.

PRATA, Josiane S. - Coordenadora. **Construção passo a passo**. 1ª edição. São Paulo: PINI, 2012 – Vol. 3.

SILVA, José O. **Fôrmas para concreto armado**. Feira de Santana: UEFS, 2015.

CHIQUETELLI, Claudia. Clicrbs. Janeiro (2017). **Habite-se e aprovação de projetos devem ter mudanças**. <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/mercado-imobiliario/noticia/2017/01/habite-se-e-aprovacao-de-projetos-devem-ter-mudancas-9150682.html> >. Acesso em: 1 de junho, 2018.

REIS, Pâmela. Setembro (2010). São Paulo: Construção mercado - Pini. **Os custos do atraso**. <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/110/artigo282411-1.aspx> >. Acesso em: 1 de junho, 2018.

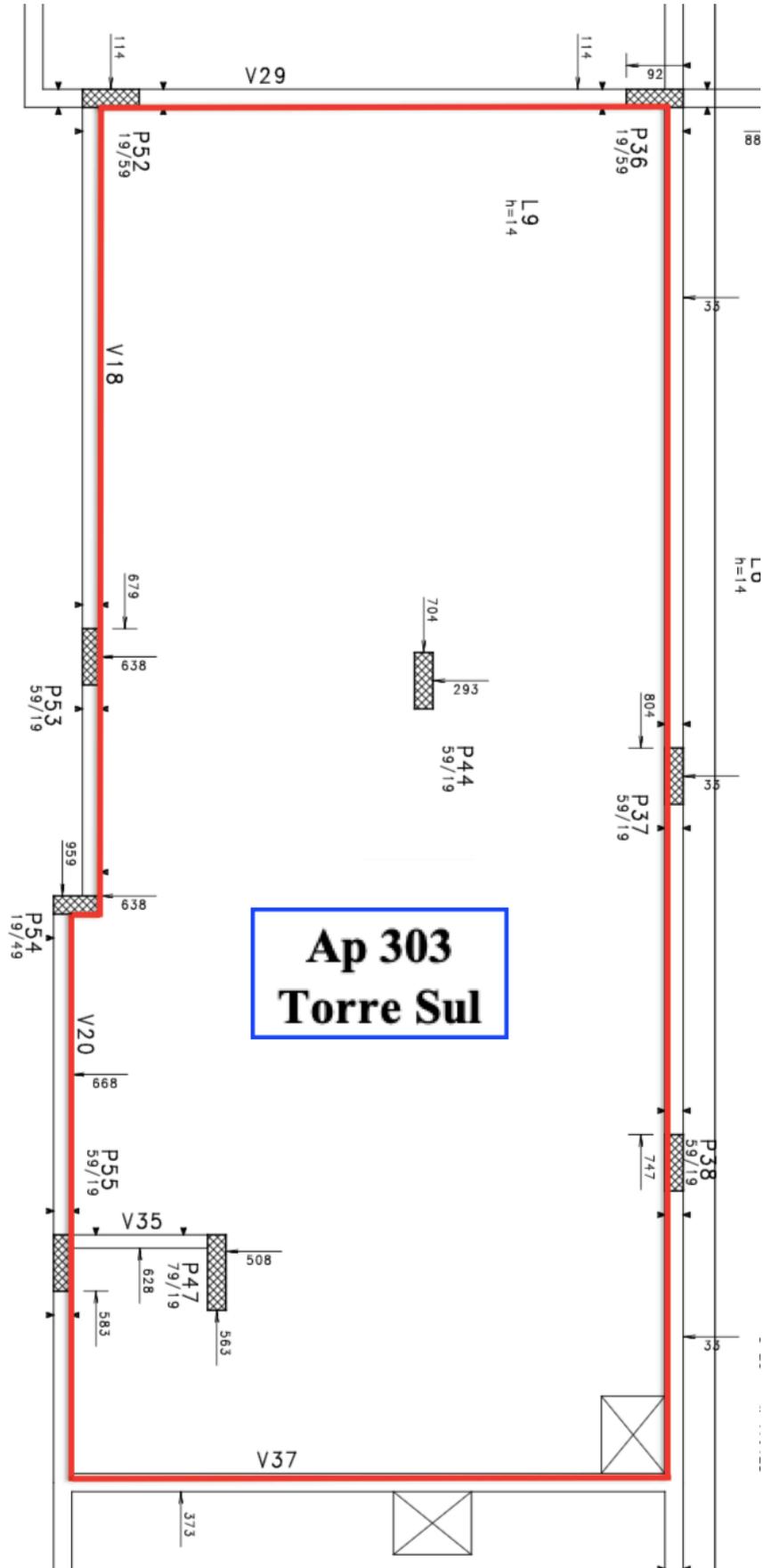
THOMAZ, Ercio. Engenheiro – cetac (2010). **Revestimento argamassado**. São Paulo: IPT/Téchné. <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/156/artigo286683-1.aspx> >. Acesso em: 28 de maio, 2018.

PORTO ALEGRE, Prefeitura de, 2015. <[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p\\_secao=242](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=242) > – acesso em 1 junho, 2018, Porto Alegre. Governo Municipal.

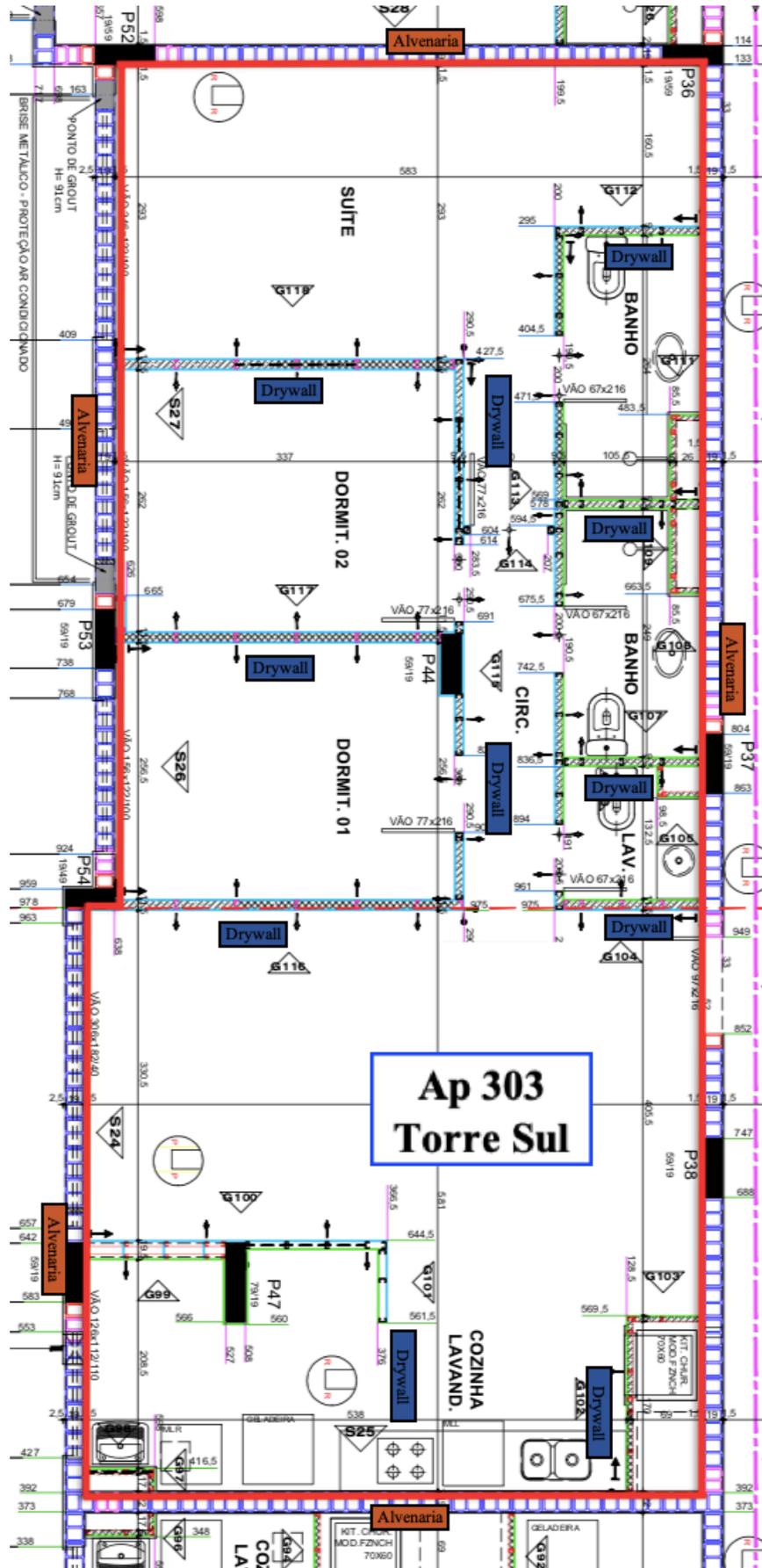
ECVIL, **Dicionário da Construção civil**. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/> > acesso em: 6 maio, 2018.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. 10ª edição. Rio de Janeiro (RJ): LTC, 2012.

**APÊNDICE A – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira  
fiada de alvenaria do Apartamento 303 - Torre Sul**

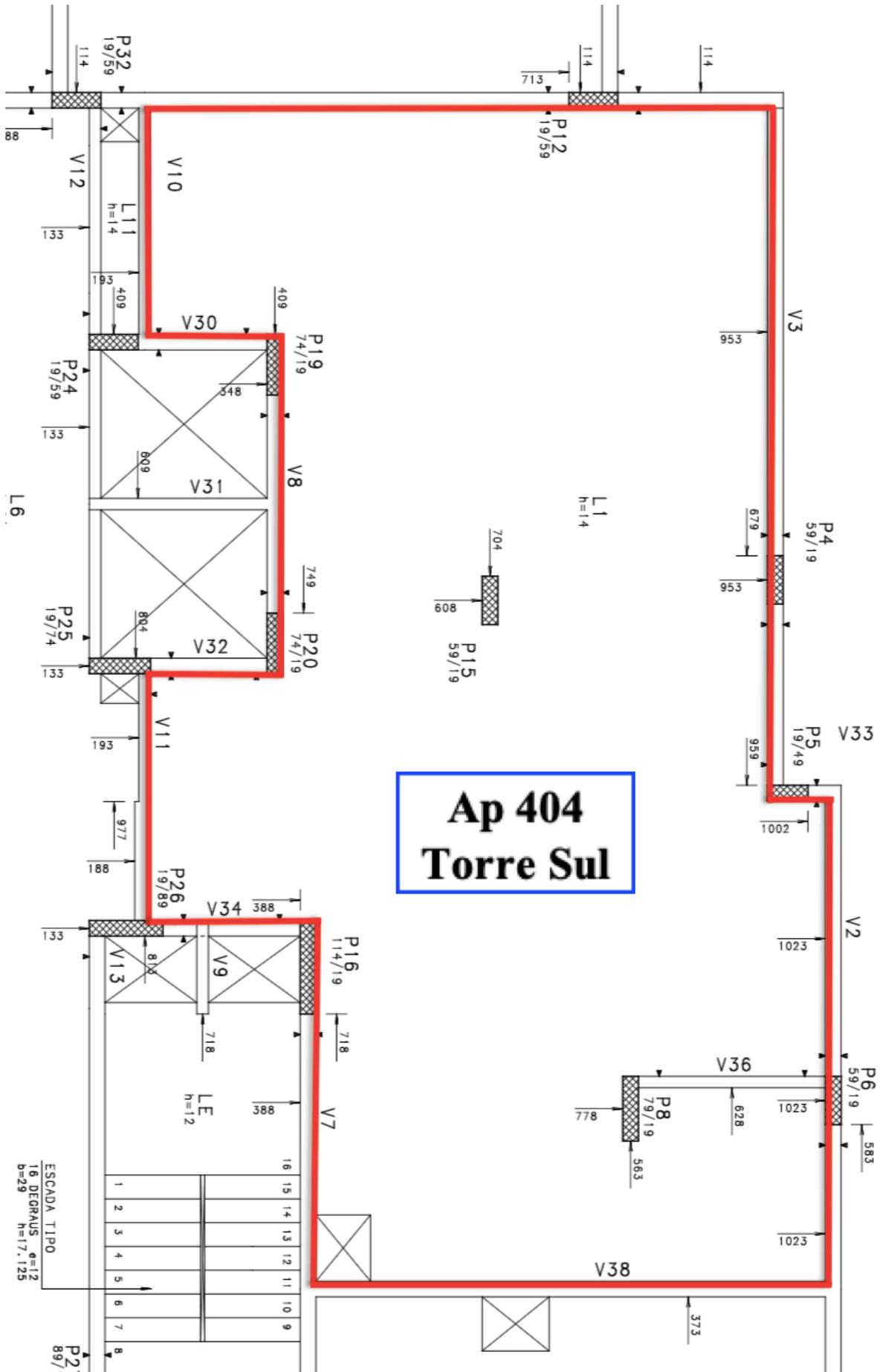


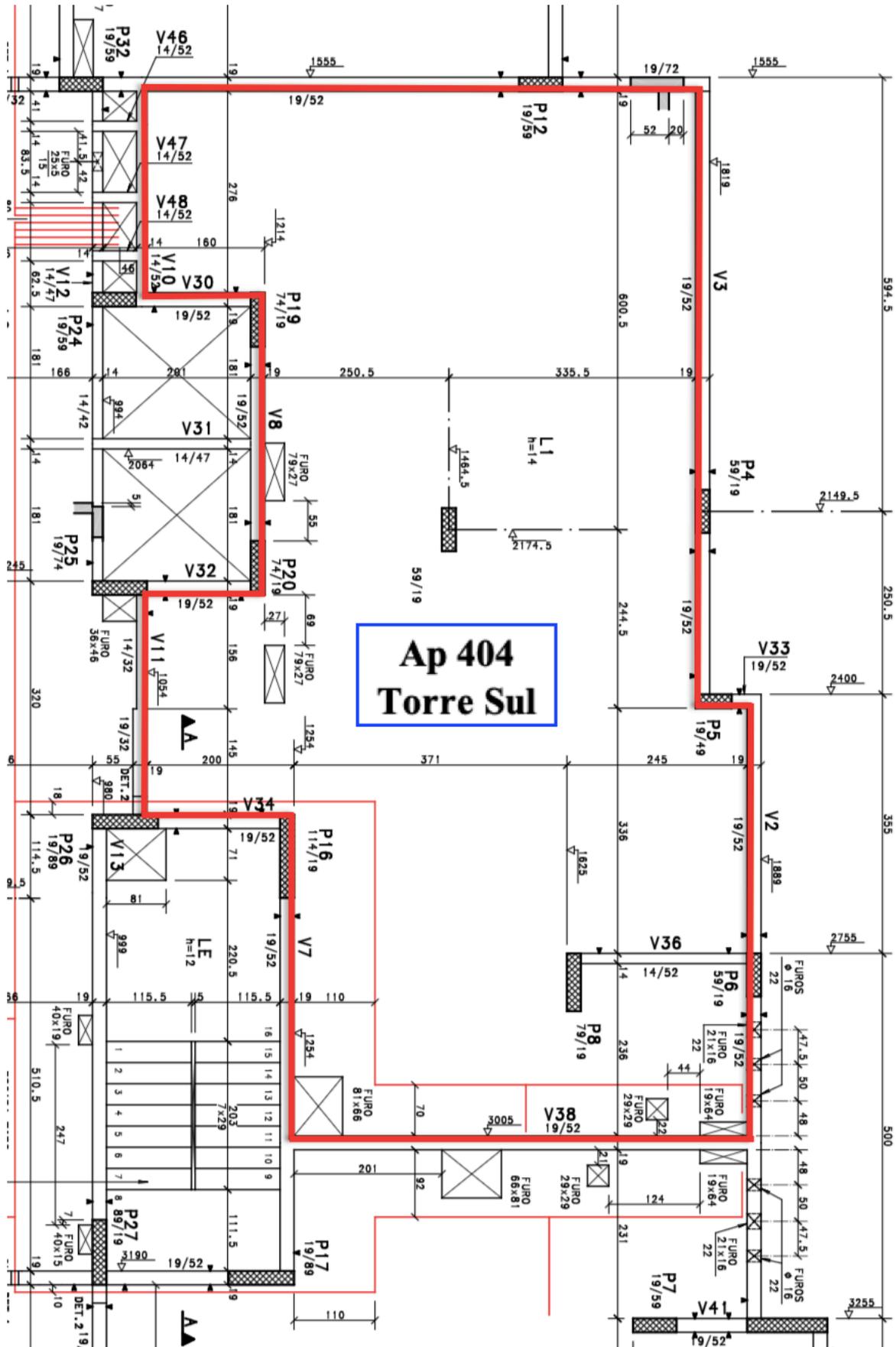




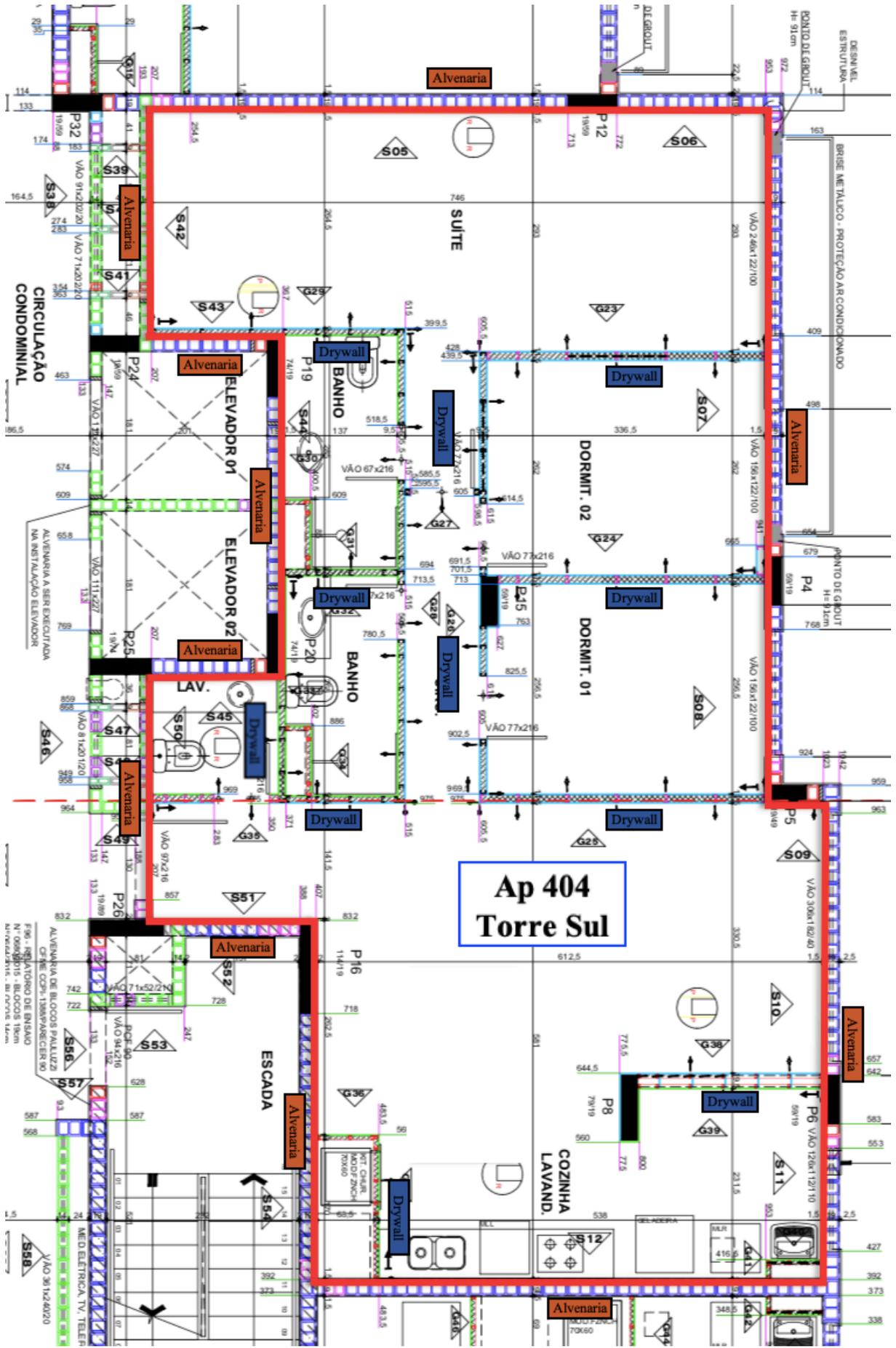
**Ap 303  
Torre Sul**

**APÊNDICE B – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 404 - Torre Sul**

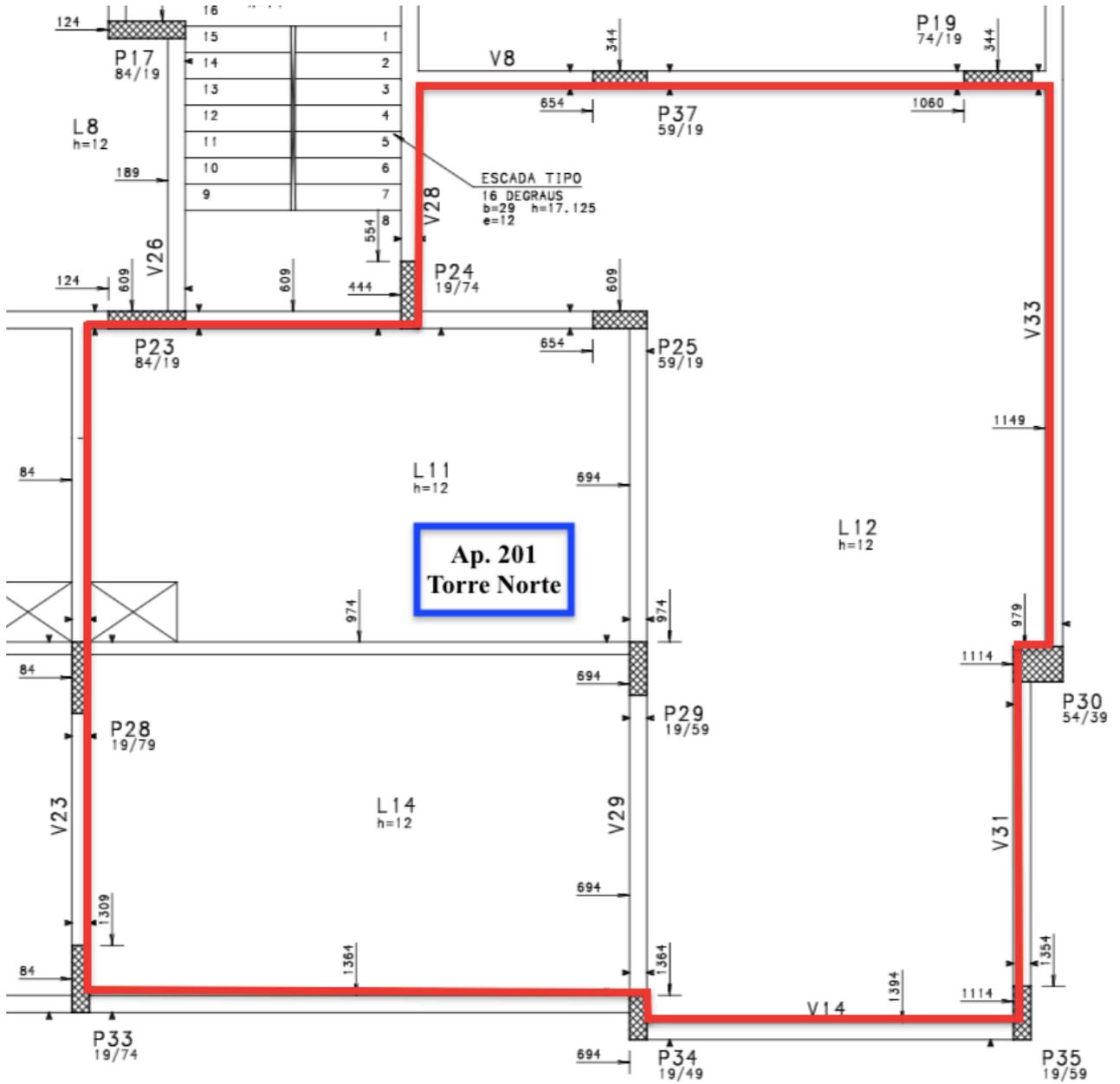


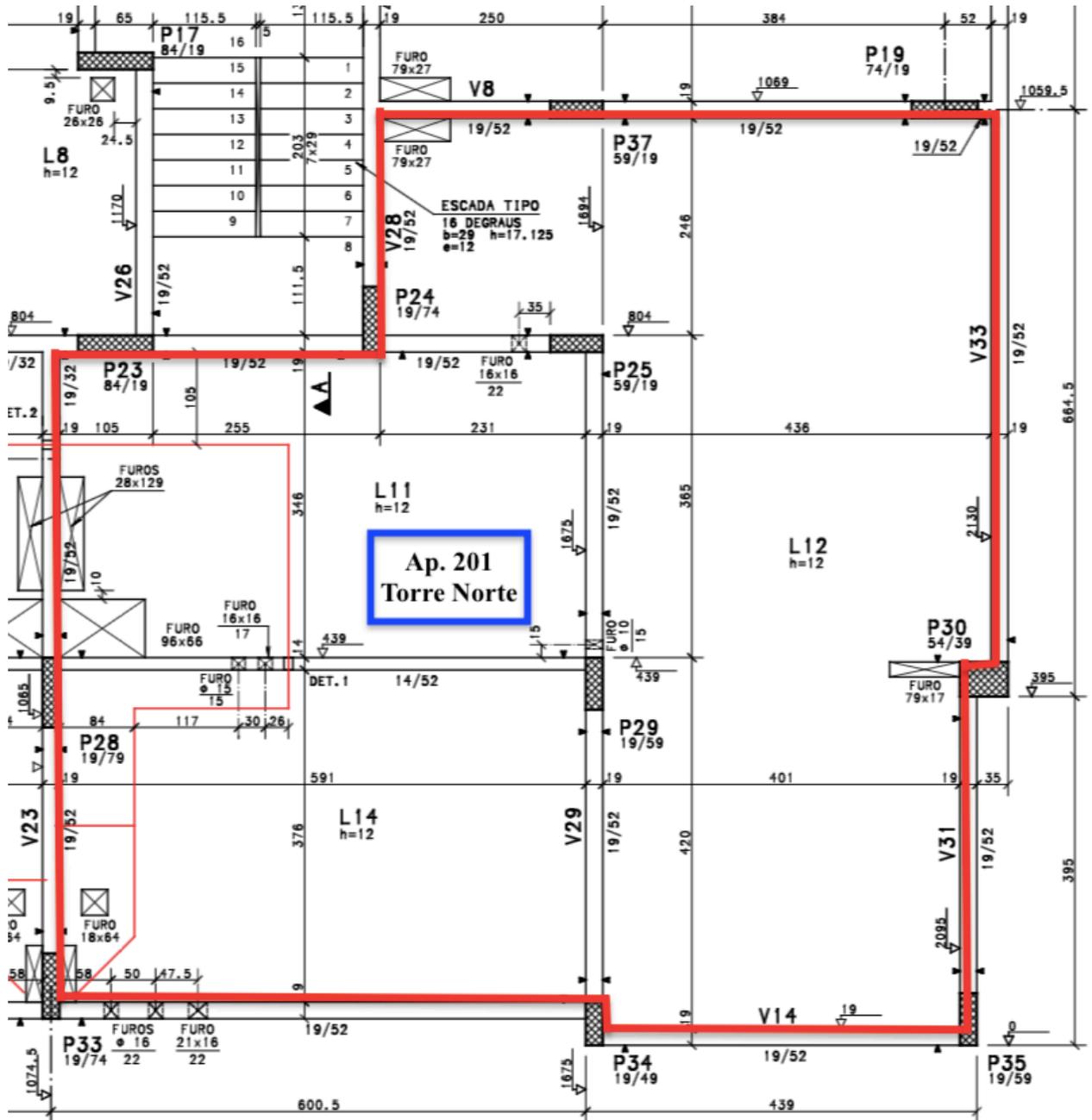


Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

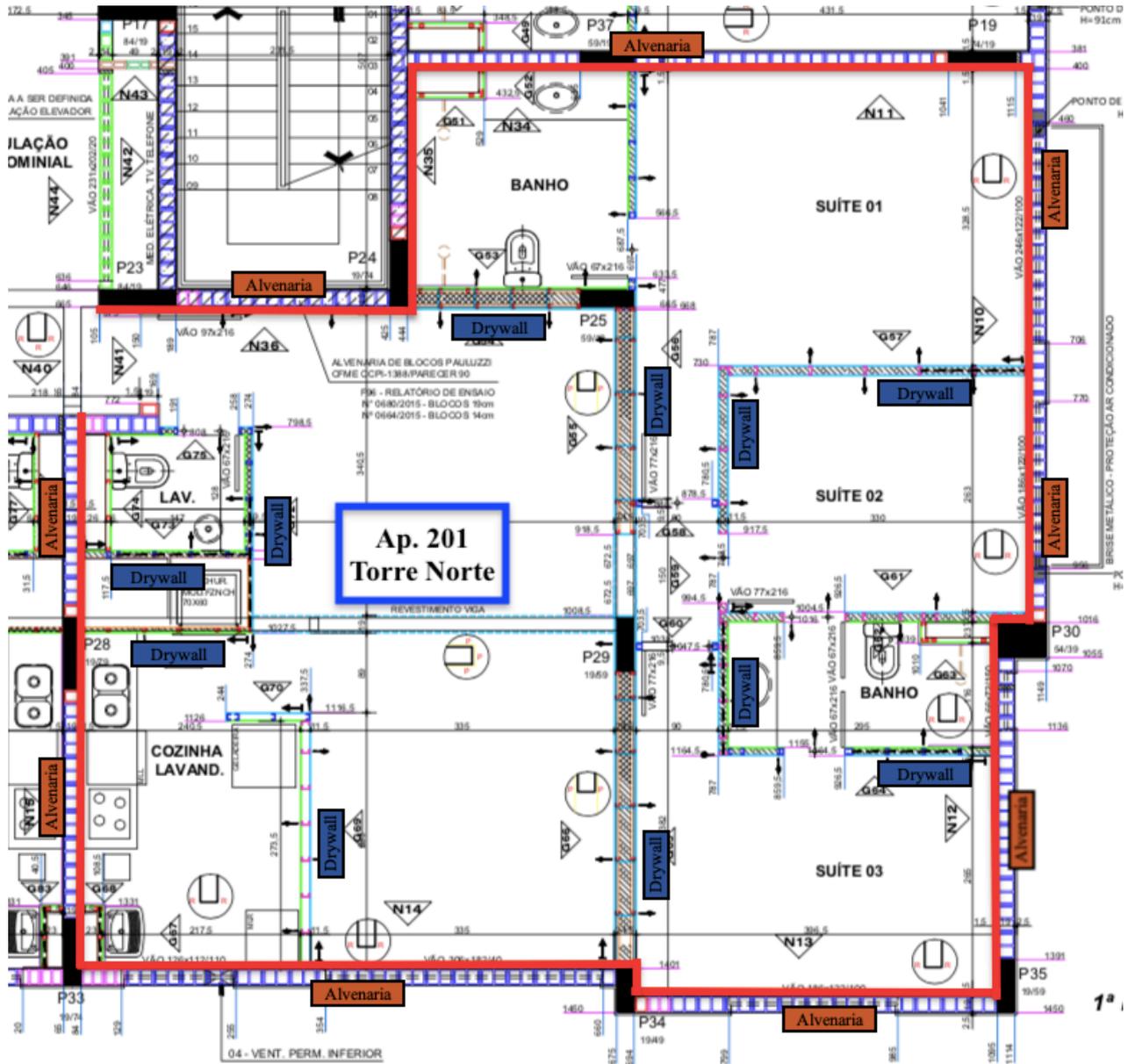


**APÊNDICE C – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 201 – Torre Norte**





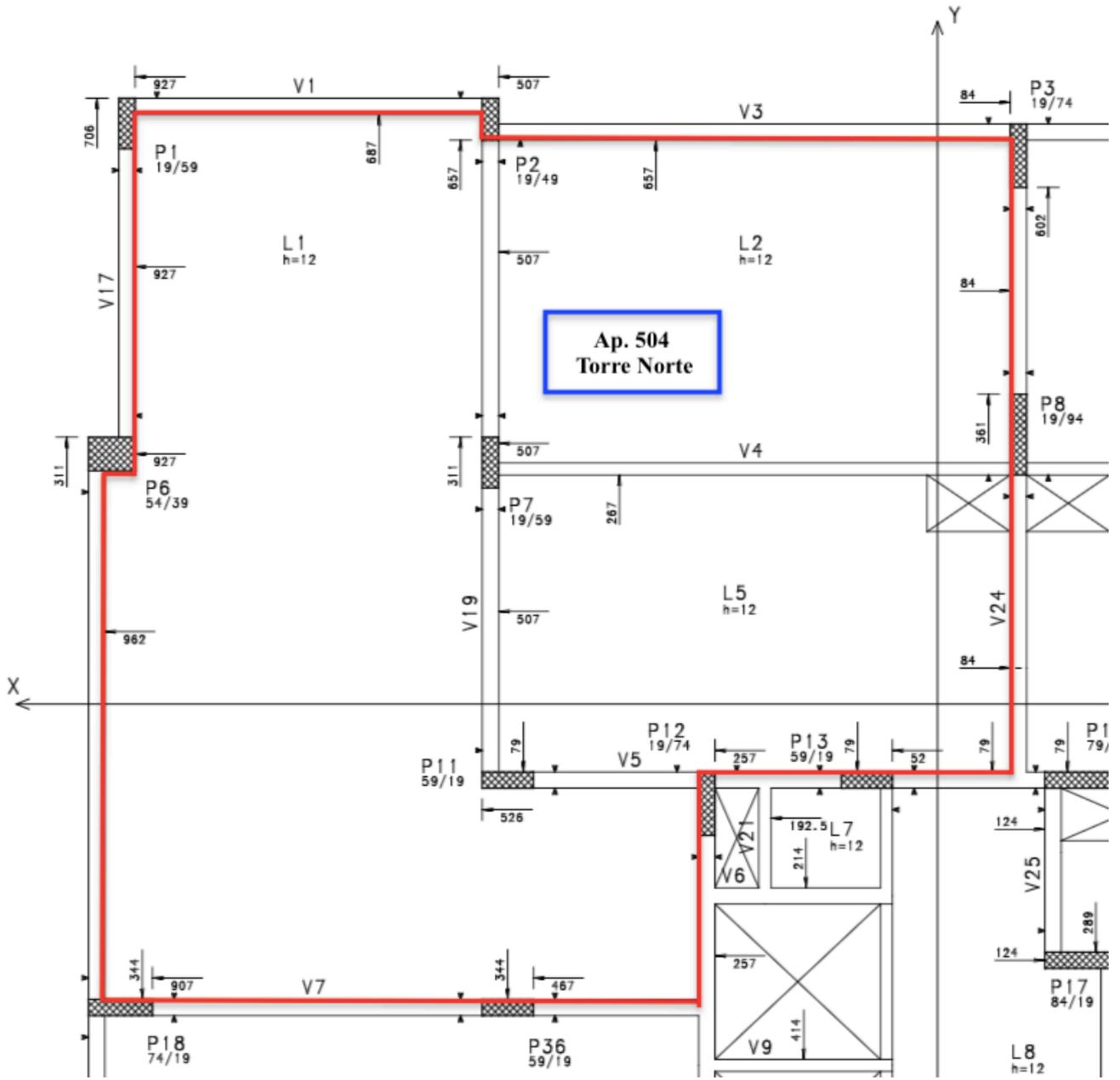
Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

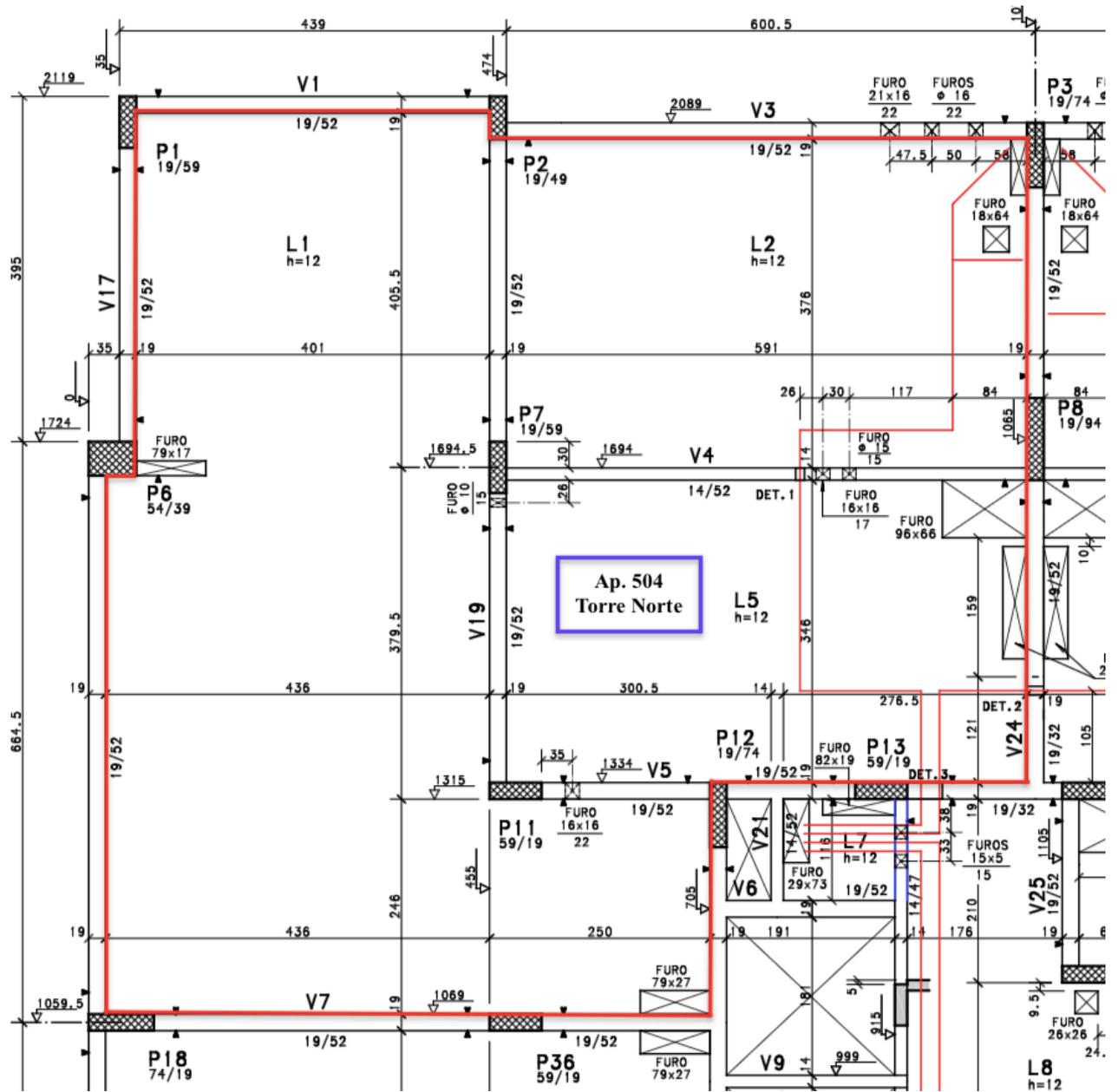


**APÊNDICE D – Plantas de Estrutural, Eixos e Modulação de primeira fiada de alvenaria do Apartamento 504 – Torre Norte**

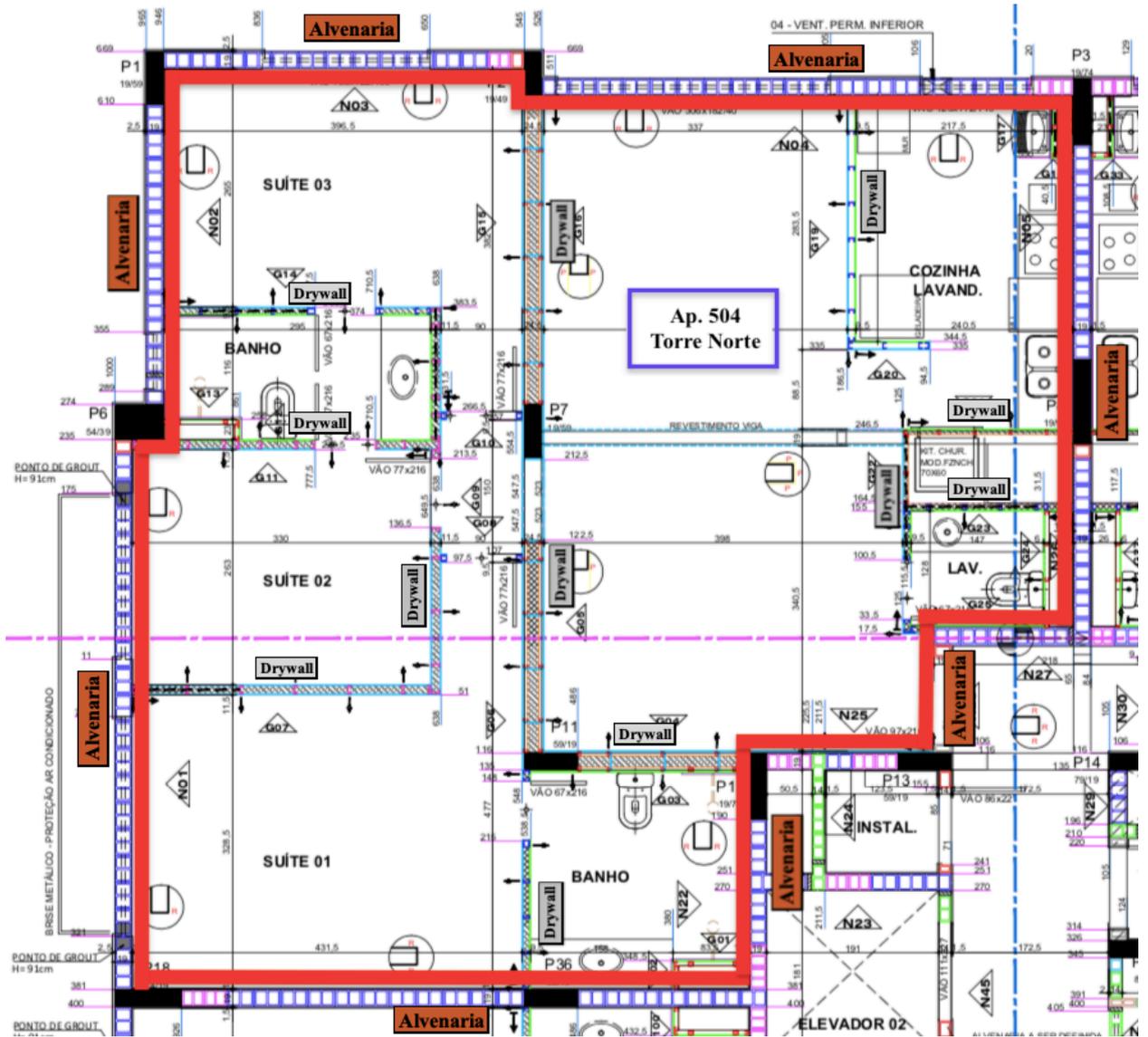
---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.





Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.



**APÊNDICE E – Dados de projeto de vigas: comprimento, largura, altura e  
locação**

Dados				Projeto			
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Comprimento	Largura	Altura	Localização
Norte	2	201	V33	616,00	19,00	40,00	1149,00
Norte	2	201	V31	336,00	19,00	40,00	1114,00
Norte	2	201	V14	401,00	19,00	40,00	1394,00
Norte	2	201	V12	591,00	19,00	40,00	1364,00
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	256,00	19,00	40,00	103,00
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	256,00	19,00	40,00	103,00
Norte	2	201	V10	365,00	19,00	40,00	628,00
Norte	2	201	V28	236,00	19,00	40,00	463,00
Norte	2	201	V8	229,00	19,00	40,00	363,00
Norte	5	504	V15	655,00	19,00	40,00	962,00
Norte	5	504	V17	395,00	19,00	40,00	927,00
Norte	5	504	V1	419,00	19,00	40,00	687,00
Norte	5	504	V3	591,00	19,00	40,00	657,00
Norte	5	504	V24	736,00	19,00	40,00	84,00
Norte	5	504	V5	591,00	19,00	40,00	79,00
Norte	5	504	V7	705,00	19,00	40,00	344,00
Norte	5	504	V4	591,00	14,00	40,00	267,00
Sul	3	303	V19	565,00	19,00	38,00	638,00
Sul	3	303	V29	624,00	19,00	38,00	114,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	690,00	19,00	38,00	33,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	340,00	19,00	38,00	33,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	295,00	19,00	38,00	33,00
Sul	3	303	V37	630,00	19,00	38,00	373,00
Sul	3	303	V20	580,00	19,00	38,00	668,00
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	627,00	19,00	38,00	133,00
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	259,00	19,00	38,00	133,00
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	546,00	19,00	38,00	953,00
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	221,00	19,00	38,00	953,00
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	330,00	19,00	38,00	1023,00
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	190,00	19,00	38,00	1023,00
Sul	4	404	V38	635,00	19,00	38,00	392,00
Sul	4	404	V7	345,00	19,00	38,00	407,00
Sul	4	404	V34	166,00	19,00	38,00	832,00
Sul	4	404	V11	212,00	14,00	38,00	212,00
Sul	4	404	V32	823,00	19,00	38,00	823,00
Sul	4	404	V8	367,00	19,00	38,00	367,00
Sul	4	404	V30	409,00	19,00	38,00	428,00
Sul	4	404	V10	207,00	14,00	38,00	207,00

**APÊNDICE F – Dados de reais de vigas: comprimento, largura, altura,  
locação e desvio de prumo**

Dados				Executado							
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Comprimen to	Largura 1	Largura 2	Largura 3	Largura Média	Altura 1	Altura 2	Altura 3
Norte	2	201	V33	617,10	19,80	19,00	19,50	19,43	39,00	39,00	39,50
Norte	2	201	V31	337,30	19,00	19,50	29,00	22,50	40,00	41,00	39,00
Norte	2	201	V14	401,70	19,50	19,00	19,20	19,23	38,50	38,00	38,00
Norte	2	201	V12	591,20	19,50	20,30	19,90	19,90	39,00	39,00	39,40
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	257,00	19,10	19,00	19,00	19,03	39,10	39,30	39,50
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	256,40	19,30	19,00	18,80	19,03	38,00	38,50	38,00
Norte	2	201	V10	365,50	19,50	19,00	19,00	19,17	39,00	39,00	39,00
Norte	2	201	V28	237,70	19,20	19,00	18,90	19,03	39,00	39,00	39,00
Norte	2	201	V8	229,30	19,00	19,20	19,00	19,07	39,20	39,00	38,00
Norte	5	504	V15	656,20	19,30	19,00	18,50	18,93	38,00	38,00	40,00
Norte	5	504	V17	395,00	19,00	19,50	29,00	22,50	37,50	37,00	37,50
Norte	5	504	V1	421,00	18,00	19,00	20,50	19,17	38,00	38,00	38,00
Norte	5	504	V3	590,97	20,00	20,00	19,00	19,67	38,00	38,00	40,00
Norte	5	504	V24	736,70	19,00	19,00	19,20	19,07	40,00	40,00	40,00
Norte	5	504	V5	591,50	19,00	19,00	18,80	18,93	39,00	39,00	39,00
Norte	5	504	V7	705,00	19,00	19,00	19,00	19,00	39,00	38,50	39,00
Norte	5	504	V4	591,90	14,00	14,00	14,50	14,17	38,00	39,00	39,00
Sul	3	303	V19	565,30	19,00	19,10	19,20	19,10	37,80	38,10	38,90
Sul	3	303	V29	624,20	19,20	19,00	18,90	19,03	38,00	38,10	38,40
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	691,00	19,30	19,00	19,50	19,27	38,60	38,50	37,80
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	341,50	19,30	19,30	19,50	19,37	38,00	38,00	38,00
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	296,00	19,30	19,00	19,50	19,27	37,80	38,00	39,00
Sul	3	303	V37	632,00	19,00	19,00	19,50	19,17	38,00	38,00	37,90
Sul	3	303	V20	580,50	19,00	19,00	19,30	19,10	38,00	38,00	38,00
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	628,00	19,30	19,00	19,50	19,27	38,50	38,50	39,00
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	259,40	18,90	18,70	19,00	18,87	38,00	38,50	38,50
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	547,60	19,50	19,00	20,00	19,50	39,00	38,50	38,00
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	221,40	19,00	19,70	19,50	19,40	38,00	38,00	38,00
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	331,80	19,00	19,30	19,00	19,10	40,00	40,50	39,00
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	190,90	19,00	19,30	19,50	19,27	40,00	39,00	38,50
Sul	4	404	V38	635,40	19,00	19,50	19,50	19,33	38,50	39,00	39,00
Sul	4	404	V7	345,30	19,00	19,00	19,20	19,07	38,50	39,00	39,00
Sul	4	404	V34	166,00	19,00	19,00	19,50	19,17	38,00	38,50	38,50
Sul	4	404	V11	212,00	14,00	14,30	14,00	14,10	40,00	39,00	38,50
Sul	4	404	V32	823,00	19,00	19,00	19,00	19,00	38,50	39,00	39,00
Sul	4	404	V8	367,60	19,00	19,50	18,90	19,13	39,00	39,00	38,50
Sul	4	404	V30	410,40	19,00	19,00	19,00	19,00	39,00	38,00	38,00
Sul	4	404	V10	208,50	14,30	14,00	14,00	14,10	39,00	39,00	39,00

Dados				Executado								
Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Altura Média	Localção 1	Localção 2	Localção 3	Localção Média	Prumo 1	Prumo 2	Prumo 3	Prumo médio
Norte	2	201	V33	39,17	1149,90	1150,80	1150,50	1150,40	1,00	1,30	0,50	0,93
Norte	2	201	V31	40,00	1114,80	1115,00	1114,80	1114,87	2,00	1,90	2,00	1,97
Norte	2	201	V14	38,17	1394,90	1394,80	1394,90	1394,87	1,80	1,50	1,50	1,60
Norte	2	201	V12	39,13	1365,00	1365,00	1365,00	1365,00	0,50	0,60	0,20	0,43
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	39,30	103,00	103,20	103,10	103,10	0,20	0,00	0,00	0,07
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	38,17	103,00	103,00	103,50	103,17	0,60	0,50	0,50	0,53
Norte	2	201	V10	39,00	628,50	628,30	628,90	628,57	0,30	0,40	0,40	0,37
Norte	2	201	V28	39,00	463,00	463,40	463,30	463,23	0,50	0,50	0,00	0,33
Norte	2	201	V8	38,73	363,00	363,00	363,00	363,00	0,50	0,50	0,50	0,50
Norte	5	504	V15	38,67	960,30	960,10	959,80	960,10	0,30	0,30	0,60	0,40
Norte	5	504	V17	37,33	924,50	924,40	924,60	924,50	2,00	1,90	1,90	1,93
Norte	5	504	V1	38,00	687,10	687,40	687,10	689,20	0,50	0,70	0,20	0,47
Norte	5	504	V3	38,67	660,50	659,90	659,90	660,10	0,20	0,00	0,00	0,07
Norte	5	504	V24	40,00	83,60	83,50	84,00	84,70	0,10	0,10	0,40	0,20
Norte	5	504	V5	39,00	79,50	79,50	78,60	79,20	0,10	0,00	0,10	0,07
Norte	5	504	V7	38,83	933,67	344,50	343,50	344,00	0,50	0,50	0,60	0,53
Norte	5	504	V4	38,67	267,50	267,30	266,50	267,10	0,40	0,60	0,50	0,50
Sul	3	303	V19	38,27	637,50	637,80	637,00	637,43	0,20	0,30	0,00	0,17
Sul	3	303	V29	38,17	114,10	114,00	114,30	114,13	0,20	0,20	0,50	0,30
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	38,30	33,30	33,50	32,30	33,03	0,50	0,30	0,00	0,27
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	38,00	32,70	32,70	32,50	32,63	0,10	0,00	0,40	0,17
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	38,27	32,50	33,00	33,40	32,97	0,10	0,50	0,60	0,40
Sul	3	303	V37	37,97	373,00	373,50	373,20	373,23	0,30	0,40	0,80	0,50
Sul	3	303	V20	38,00	667,10	668,50	668,00	667,87	0,50	0,50	0,50	0,50
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	38,67	133,60	133,30	133,50	133,47	1,00	1,10	1,00	1,03
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	38,33	133,50	133,40	133,40	133,43	1,10	1,30	1,10	1,17
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	38,50	953,20	953,10	953,20	953,17	2,00	2,50	2,00	2,17
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	38,00	953,30	956,00	953,50	954,27	2,50	2,30	2,50	2,43
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	39,83	1024,30	1024,20	1023,80	1024,10	1,90	2,10	1,90	1,97
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	39,17	1024,50	1024,60	1024,90	1024,67	2,30	2,30	2,30	2,30
Sul	4	404	V38	38,83	393,00	393,30	393,00	393,10	1,00	1,30	1,00	1,10
Sul	4	404	V7	38,83	407,30	407,40	407,30	407,33	0,50	0,40	0,50	0,47
Sul	4	404	V34	38,33	832,80	832,50	832,80	832,70	0,50	0,70	0,50	0,57
Sul	4	404	V11	39,17	212,90	212,90	212,70	212,83	0,30	0,40	0,30	0,33
Sul	4	404	V32	38,83	823,40	823,40	823,40	823,40	0,40	0,50	1,00	0,63
Sul	4	404	V8	38,83	367,50	367,40	367,30	367,40	0,20	0,60	0,70	0,50
Sul	4	404	V30	38,33	428,50	428,50	428,80	428,60	0,30	0,30	0,50	0,37
Sul	4	404	V10	39,00	207,50	207,50	207,00	207,33	0,50	0,60	0,90	0,67

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

**APÊNDICE G – Análise comparativa entre comprimento, largura, altura,  
locação e desvio de prumo médios com talisca média**

Torre	Pavimento	Ap	Identificação	Desvios/Erros de execução - MEDIÇÕES [cm]					Classificação	Talisca média
				Largura	Altura	Locação	Prumo			
Norte	2	201	V33	0,43	-0,83	1,40	0,93	FACHADA	4,75	
Norte	2	201	V31	3,50	0,00	0,87	1,97	FACHADA	3,90	
Norte	2	201	V14	0,23	-1,83	0,87	1,60	FACHADA	1,95	
Norte	2	201	V12	0,90	-0,87	1,00	0,43	FACHADA	3,50	
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	0,03	-0,70	0,10	0,07	INTERNA	2,05	
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	0,03	-1,83	0,17	0,53	INTERNA	1,85	
Norte	2	201	V10	0,17	-1,00	0,57	0,37	INTERNA	2,05	
Norte	2	201	V28	0,03	-1,00	0,23	0,33	INTERNA	1,65	
Norte	2	201	V8	0,07	-1,27	0,00	0,50	INTERNA	1,00	
Norte	5	504	V15	-0,07	-1,33	-1,90	0,40	FACHADA	1,90	
Norte	5	504	V17	3,50	-2,67	-2,50	1,93	FACHADA	5,25	
Norte	5	504	V1	0,17	-2,00	2,20	0,47	FACHADA	4,65	
Norte	5	504	V3	0,67	-1,33	3,10	0,07	FACHADA	5,40	
Norte	5	504	V24	0,07	0,00	0,70	0,20	INTERNA	2,30	
Norte	5	504	V5	-0,07	-1,00	0,20	0,07	INTERNA	1,80	
Norte	5	504	V7	0,00	-1,17	0,00	0,53	INTERNA	2,05	
Norte	5	504	V4	0,17	-1,33	0,10	0,50	INTERNA	1,10	
Sul	3	303	V19	0,10	0,27	-0,57	0,17	FACHADA	2,15	
Sul	3	303	V29	0,03	0,17	0,13	0,30	FACHADA	1,95	
Sul	3	303	V16 - TRECHO 1	0,27	0,30	0,03	0,27	INTERNA	2,20	
Sul	3	303	V16 - TRECHO 2	0,37	0,00	-0,37	0,17	INTERNA	2,00	
Sul	3	303	V16 - TRECHO 3	0,27	0,27	-0,03	0,40	INTERNA	1,70	
Sul	3	303	V37	0,17	-0,03	0,23	0,50	INTERNA	1,25	
Sul	3	303	V20	0,10	0,00	-0,13	0,50	FACHADA	0,75	
Sul	4	404	V48 - TRECHO P32 ao P12	0,27	0,67	0,47	1,03	FACHADA	1,15	
Sul	4	404	V48 - TRECHO P12 a V3	-0,13	0,33	0,43	1,17	FACHADA	1,95	
Sul	4	404	V3 - trecho da V48 ao P4	0,50	0,50	0,17	2,17	FACHADA	1,00	
Sul	4	404	V3 - trecho da P4 ao P5	0,40	0,00	1,27	2,43	FACHADA	3,15	
Sul	4	404	V2 - Trecho da V33 ao P6	0,10	1,83	1,10	1,97	FACHADA	4,15	
Sul	4	404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	0,27	1,17	1,67	2,30	FACHADA	4,90	
Sul	4	404	V38	0,33	0,83	1,10	1,10	INTERNA	1,65	
Sul	4	404	V7	0,07	0,83	0,33	0,47	INTERNA	1,10	
Sul	4	404	V34	0,17	0,33	0,70	0,57	INTERNA	1,40	
Sul	4	404	V11	0,10	1,17	0,83	0,33	INTERNA	1,30	
Sul	4	404	V32	0,00	0,83	0,40	0,63	INTERNA	1,30	
Sul	4	404	V8	0,13	0,83	0,40	0,50	INTERNA	1,25	
Sul	4	404	V30	0,00	0,33	0,60	0,37	INTERNA	0,95	
Sul	4	404	V10	0,10	1,00	0,33	0,67	INTERNA	1,10	

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

**APÊNDICE H – Análise comparativa entre dados de projeto e executado  
de pilares**

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				PROJETO				EXECUTADO			
				Dimensões		Locação		Dimensões		Locação	
Torre	Pav	Ap.	ID	Largura	Comprimento	X	Y	Largura	Comprimento	X	Y
Sul	3	303	P55	19	59	668	583	583,00	668,00	667,50	583,50
Sul	3	303	P54	19	49	638	959	638,00	48,50	637,20	959,50
Sul	3	303	P53	19	59	638	679	638,00	679,00	637,50	679,50
Sul	3	303	P52	19	59	657	114	114,00	657,00	657,80	114,80
Sul	3	303	P36	19	59	33	114	33,00	114,00	33,90	114,30
Sul	3	303	P37	19	59	33	804	33,00	804,00	33,20	803,60
Sul	3	303	P38	19	59	33	747	33,00	747,00	33,40	746,90
Sul	4	404	P32	19	59	88	133	88,00	133,00	88,50	133,40
Sul	4	404	P12	19	59	713	133	133,00	713,00	712,70	133,10
Sul	4	404	P4	19	59	953	679	679,00	953,00	953,50	679,30
Sul	4	404	P5	19	49	953	959	953,00	959,00	952,60	959,00
Sul	4	404	P6	19	59	1023	583	583,00	1023,00	1023,30	583,50
Sul	4	404	P16	19	114	388	718	388,00	718,00	388,10	718,00
Sul	4	404	P20	19	74	348	749	348,00	749,00	348,50	749,50
Sul	4	404	P19	19	74	348	409	348,00	409,00	349,00	409,00
Norte	2	201	P33	19	59	647	927	647,00	927,00	649,00	927,00
Norte	2	201	P34	19	49	657	507	507,00	657,00	657,30	507,80
Norte	2	201	P35	19	74	602	84	84,00	602,00	602,00	84,50
Norte	2	201	P30	39	54	272	927	272,00	927,00	271,50	927,00
Norte	2	201	P19	19	59	252	507	252,00	507,00	252,50	507,50
Norte	2	201	P37	19	94	267	84	84,00	267,00	267,00	85,00
Norte	2	201	P24	19	74	79	257	79,00	257,00	79,00	258,50
Norte	2	201	P23	19	59	79	52	52,00	79,00	79,00	52,50
Norte	2	201	P28	19	74	344	907	344,00	907,00	344,60	907,00
Norte	5	504	P1	19	59	647	927	647,00	927,00	647,40	927,00
Norte	5	504	P2	19	49	657	507	507,00	657,00	657,40	507,00
Norte	5	504	P3	19	74	602	84	84,00	602,00	603,50	84,50
Norte	5	504	P6	39	54	272	927	272,00	927,00	273,00	927,50
Norte	5	504	P7	19	59	252	507	252,00	507,00	252,00	508,20
Norte	5	504	P8	19	94	267	84	84,00	267,00	267,30	86,00
Norte	5	504	P12	19	74	79	257	79,00	257,00	79,30	257,00
Norte	5	504	P13	19	59	79	52	52,00	79,00	79,50	52,30
Norte	5	504	P18	19	74	344	907	344,00	907,00	344,00	906,50
Norte	5	504	P36	19	59	344	467	344,00	467,00	344,30	466,50

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				DESVIOS						
Torre	Pav	Ap.	ID	Pumo - Lado maior		Pumo Lado menor	DESVIOS DE LOCAÇÃO		DESVIOS DE DIMENSÃO	
				Medida 1	Medida 2	Medida 3	X	Y	Largura	Comprimento
Sul	3	303	P55	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P54	0,40	0,40	0,60	0,80	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P53	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00
Sul	3	303	P52	0,50	0,50	0,10	0,80	0,80	0,00	0,00
Sul	3	303	P36	0,10	0,00	0,00	0,90	0,30	0,00	0,00
Sul	3	303	P37	0,00	0,20	0,50	0,20	0,40	0,00	0,00
Sul	3	303	P38	0,00	0,10	0,50	0,40	0,10	0,00	0,00
Sul	4	404	P32	0,60	0,50	0,7	0,50	0,40	0,30	0,10
Sul	4	404	P12	0,50	0,50	0,1	0,30	0,10	0,50	0,00
Sul	4	404	P4	0,30	0,30	0,2	0,50	0,30	0,30	0,00
Sul	4	404	P5	0,40	0,30	0,1	0,40	0,00	0,10	0,00
Sul	4	404	P6	0,90	1,00	0,2	0,30	0,50	0,10	0,50
Sul	4	404	P16	0,50	0,50	0,4	0,10	0,00	0,50	0,60
Sul	4	404	P20	0,40	0,50	0,1	0,50	0,50	0,00	0,70
Sul	4	404	P19	0,40	0,40	0,6	1,00	0,00	0,00	0,00
Norte	2	201	P33	0,90	0,90	0,3	2,00	0,00	0,60	0,20
Norte	2	201	P34	0,00	0,10	0,3	0,30	0,80	0,30	0,30
Norte	2	201	P35	0,30	0,30	0,2	0,00	0,50	0,00	0,10
Norte	2	201	P30	0,60	0,70	0,3	0,50	0,00	1,00	0,10
Norte	2	201	P19	0,50	0,50	0,4	0,50	0,50	0,00	0,50
Norte	2	201	P37	0,60	0,60	0,5	0,00	1,00	0,00	0,00
Norte	2	201	P24	0,80	0,90	0,5	0,00	1,50	0,20	0,00
Norte	2	201	P23	0,70	0,50	0,4	0,00	0,50	0,50	0,50
Norte	2	201	P28	0,30	0,10	0,5	0,60	0,00	0,00	0,00
Norte	5	504	P1	0,10	0,00	0,2	0,40	0,00	0,50	0,00
Norte	5	504	P2	0,50	0,50	0,7	0,40	0,00	0,50	0,00
Norte	5	504	P3	0,30	0,40	0,2	1,50	0,50	0,40	0,00
Norte	5	504	P6	0,60	0,40	0,5	1,00	0,50	0,00	0,50
Norte	5	504	P7	0,70	0,80	0,5	0,00	1,20	0,00	0,00
Norte	5	504	P8	0,40	0,40	0,5	0,30	2,00	0,00	0,50
Norte	5	504	P12	0,20	0,30	0,2	0,30	0,00	0,00	0,30
Norte	5	504	P13	0,20	0,00	0,1	0,50	0,30	0,40	0,00
Norte	5	504	P18	0,20	0,30	0,5	0,00	0,50	0,20	0,00
Norte	5	504	P36	0,40	0,00	0,3	0,30	0,50	0,00	0,00
			<b>MÁXIMOS</b>	0,90	1,00	0,70	2,00	2,00	1,00	0,70
			<b>MINIMOS</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			<b>Variação</b>	0,06	0,07	0,04	0,19	0,21	0,06	0,05
			<b>Desvio padrão</b>	0,24	0,26	0,19	0,43	0,45	0,25	0,22
			<b>MÉDIA</b>	0,41	0,40	0,36	0,48	0,45	0,19	0,14

## **APÊNDICE I – Análise de qualidade de pilares**

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO				ANÁLISE DE QUALIDADE							
Torre	Pav	Ap.	ID	DIMENSIONAL		LOCALIZAÇÃO			PRUMO		
				X	Y	Largura	Comprimento	Medida 1	Medida 2	Medida 3	
Sul	3	303	P55	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	3	303	P54	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	
Sul	3	303	P53	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	3	303	P52	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	3	303	P36	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	3	303	P37	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	3	303	P38	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P32	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	
Sul	4	404	P12	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P4	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P5	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P6	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	
Sul	4	404	P16	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P20	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Sul	4	404	P19	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	
Norte	2	201	P33	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	
Norte	2	201	P34	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	2	201	P35	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	2	201	P30	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	
Norte	2	201	P19	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	2	201	P37	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	
Norte	2	201	P24	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	
Norte	2	201	P23	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	
Norte	2	201	P28	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P1	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P2	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	
Norte	5	504	P3	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P6	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P7	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P8	CONFORME	NÃO CONFORMIDADE	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P12	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P13	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P18	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	
Norte	5	504	P36	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME	

## **APÊNDICE J – Análise de qualidade de Lajes**

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

PAVIMENTO 5 - 504 - TORRE NORTE											
L1			L2			L5					
Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE			
1	0,00	CONFORME	1	0,60	NÃO CONFORMIDADE	1	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
2	0,50	CONFORME	2	0,80	NÃO CONFORMIDADE	2	1,60	NÃO CONFORMIDADE			
3	0,00	CONFORME	3	0,40	CONFORME	3	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
4	0,60	NÃO CONFORMIDADE	4	1,50	NÃO CONFORMIDADE	4	0,60	NÃO CONFORMIDADE			
5	0,50	CONFORME	5	0,50	CONFORME	5	-1,00	NÃO CONFORMIDADE			
6	0,40	CONFORME	6	0,70	NÃO CONFORMIDADE	6	0,20	CONFORME			
7	0,30	CONFORME	7	1,00	NÃO CONFORMIDADE	7	0,70	NÃO CONFORMIDADE			
8	0,60	NÃO CONFORMIDADE	8	0,00	CONFORME	8	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
9	0,80	NÃO CONFORMIDADE	9	0,70	NÃO CONFORMIDADE	9	0,00	CONFORME			
10	0,90	NÃO CONFORMIDADE									
11	1,00	NÃO CONFORMIDADE									
12	-0,10	CONFORME									
13	0,90	NÃO CONFORMIDADE									
14	0,20	CONFORME									
15	0,30	CONFORME									
16	0,70	NÃO CONFORMIDADE									
17	-0,20	CONFORME									
18	0,40	CONFORME									
19	1,30	NÃO CONFORMIDADE									
20	0,40	CONFORME									
21	0,20	CONFORME									
22	1,50	NÃO CONFORMIDADE									
23	0,40	CONFORME									
24	0,30	CONFORME									
25	0,50	CONFORME									
26	0,80	NÃO CONFORMIDADE									
27	0,00	CONFORME									
28	0,10	CONFORME									
29	0,00	CONFORME									
30	1,00	NÃO CONFORMIDADE									
Máx	1,50		Máx	1,50		Máx	1,60				
Mín	-0,20		Mín	0,00		Mín	-1,00				
Média	0,48		Média	0,69		Média	0,50				

PAVIMENTO 2 - 201 - TORRE NORTE											
L11				L12				L14			
Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE			
1	1,50	NÃO CONFORMIDADE	1	0,10	CONFORME	1	0,50	CONFORME			
2	1,30	NÃO CONFORMIDADE	2	-0,30	CONFORME	2	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
3	0,80	NÃO CONFORMIDADE	3	-0,02	CONFORME	3	0,10	CONFORME			
4	0,20	CONFORME	4	-0,20	CONFORME	4	0,10	CONFORME			
5	0,20	CONFORME	5	-0,02	CONFORME	5	0,20	CONFORME			
6	0,60	NÃO CONFORMIDADE	6	-0,02	CONFORME	6	0,30	CONFORME			
7	1,10	NÃO CONFORMIDADE	7	0,00	CONFORME	7	1,00	NÃO CONFORMIDADE			
8	1,20	NÃO CONFORMIDADE	8	0,20	CONFORME	8	1,10	NÃO CONFORMIDADE			
9	1,10	NÃO CONFORMIDADE	9	0,80	NÃO CONFORMIDADE	9	1,30	NÃO CONFORMIDADE			
			10	0,30	CONFORME						
			11	-0,20	CONFORME						
			12	-1,00	NÃO CONFORMIDADE						
			13	-0,50	CONFORME						
			14	-0,30	CONFORME						
			15	1,50	NÃO CONFORMIDADE						
			16	1,30	NÃO CONFORMIDADE						
			17	1,50	NÃO CONFORMIDADE						
			18	1,30	NÃO CONFORMIDADE						
			19	1,50	NÃO CONFORMIDADE						
			20	0,30	CONFORME						
			21	-0,10	CONFORME						
			22	-0,10	CONFORME						
			23	0,50	CONFORME						
			24	0,10	CONFORME						
			25	-0,20	CONFORME						
			26	0,30	CONFORME						
			27	0,50	CONFORME						
			28	0,50	CONFORME						
			29	0,50	CONFORME						
			30	0,60	NÃO CONFORMIDADE						
Max	1,50		Max	1,50		Max	1,30				
Min	0,20		Min	-1,00		Min	0,10				
Média	0,89		Média	0,29		Média	0,60				

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

## PAVIMENTO 3 - 303 - TORRE SUL

L9											
Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE
1	0,30	CONFORME	31	1,30	NÃO CONFORMIDADE	61	-0,30	CONFORME			
2	0,30	CONFORME	32	0,40	CONFORME	62	0,00	CONFORME			
3	0,40	CONFORME	33	0,40	CONFORME	63	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
4	0,40	CONFORME	34	0,50	CONFORME	64	-0,80	NÃO CONFORMIDADE			
5	0,60	NÃO CONFORMIDADE	35	0,60	NÃO CONFORMIDADE	65	-0,10	CONFORME			
6	0,60	NÃO CONFORMIDADE	36	0,90	NÃO CONFORMIDADE	66	-0,10	CONFORME			
7	0,70	NÃO CONFORMIDADE	37	0,90	NÃO CONFORMIDADE	67	-0,20	CONFORME			
8	0,80	NÃO CONFORMIDADE	38	1,10	NÃO CONFORMIDADE	68	-0,50	CONFORME			
9	0,90	NÃO CONFORMIDADE	39	1,10	NÃO CONFORMIDADE	69	0,90	NÃO CONFORMIDADE			
10	1,00	NÃO CONFORMIDADE	40	1,30	NÃO CONFORMIDADE	70	0,40	CONFORME			
11	1,10	NÃO CONFORMIDADE	41	1,30	NÃO CONFORMIDADE	71	0,30	CONFORME			
12	1,30	NÃO CONFORMIDADE	42	1,50	NÃO CONFORMIDADE	72	0,20	CONFORME			
13	1,30	NÃO CONFORMIDADE	43	1,10	NÃO CONFORMIDADE	73	0,10	CONFORME			
14	1,30	NÃO CONFORMIDADE	44	1,10	NÃO CONFORMIDADE	74	0,10	CONFORME			
15	1,30	NÃO CONFORMIDADE	45	1,00	NÃO CONFORMIDADE	75	0,10	CONFORME			
16	0,40	CONFORME	46	0,80	NÃO CONFORMIDADE	76	0,10	CONFORME			
17	0,30	CONFORME	47	0,40	CONFORME	77	0,20	CONFORME			
18	0,30	CONFORME	48	0,50	CONFORME	78	0,50	CONFORME			
19	0,30	CONFORME	49	0,70	NÃO CONFORMIDADE	79	0,50	CONFORME			
20	0,40	CONFORME	50	0,80	NÃO CONFORMIDADE	80	0,10	CONFORME			
21	0,10	CONFORME	51	0,90	NÃO CONFORMIDADE	81	0,30	CONFORME			
22	0,30	CONFORME	52	1,20	NÃO CONFORMIDADE	82	0,20	CONFORME			
23	0,20	CONFORME	53	1,30	NÃO CONFORMIDADE	83	0,30	CONFORME			
24	0,80	NÃO CONFORMIDADE	54	1,10	NÃO CONFORMIDADE	84	0,90	NÃO CONFORMIDADE			
25	0,90	NÃO CONFORMIDADE	55	1,30	NÃO CONFORMIDADE	85	1,00	NÃO CONFORMIDADE			
26	1,30	NÃO CONFORMIDADE	56	0,90	NÃO CONFORMIDADE	86	0,50	CONFORME			
27	0,30	CONFORME	57	0,90	NÃO CONFORMIDADE	87	0,70	NÃO CONFORMIDADE			
28	1,50	NÃO CONFORMIDADE	58	0,40	CONFORME	88	0,60	NÃO CONFORMIDADE			
29	1,50	NÃO CONFORMIDADE	59	0,30	CONFORME	89	0,50	CONFORME			
30	1,60	NÃO CONFORMIDADE	60	0,10	CONFORME	90	0,80	NÃO CONFORMIDADE			
Max				1,60							
Min				-0,80							
Média				0,63							

## PAVIMENTO 4 - 404 - TORRE SUL

L1

Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE
1	0,30	CONFORME	31	-0,10	CONFORME	61	0,30	CONFORME
2	0,40	CONFORME	32	-0,30	CONFORME	62	0,00	CONFORME
3	0,20	CONFORME	33	-0,50	CONFORME	63	-0,10	CONFORME
4	0,10	CONFORME	34	-0,70	NÃO CONFORMIDADE	64	-0,80	NÃO CONFORMIDADE
5	0,30	CONFORME	35	-0,80	NÃO CONFORMIDADE	65	-0,50	CONFORME
6	0,40	CONFORME	36	-0,60	NÃO CONFORMIDADE	66	-0,20	CONFORME
7	-0,10	CONFORME	37	-0,50	CONFORME			
8	-0,30	CONFORME	38	-0,30	CONFORME			
9	0,80	NÃO CONFORMIDADE	39	-0,80	NÃO CONFORMIDADE			
10	0,90	NÃO CONFORMIDADE	40	-1,20	NÃO CONFORMIDADE			
11	0,50	CONFORME	41	-1,10	NÃO CONFORMIDADE			
12	0,50	CONFORME	42	-0,80	NÃO CONFORMIDADE			
13	0,60	NÃO CONFORMIDADE	43	-0,50	CONFORME			
14	0,20	CONFORME	44	-0,40	CONFORME			
15	0,00	CONFORME	45	-0,30	CONFORME			
16	0,10	CONFORME	46	-1,00	NÃO CONFORMIDADE			
17	-0,20	CONFORME	47	-1,30	NÃO CONFORMIDADE			
18	0,30	CONFORME	48	-1,30	NÃO CONFORMIDADE			
19	0,00	CONFORME	49	-1,20	NÃO CONFORMIDADE			
20	-0,50	CONFORME	50	-0,90	NÃO CONFORMIDADE			
21	-0,30	CONFORME	51	-0,80	NÃO CONFORMIDADE			
22	-0,30	CONFORME	52	-0,70	NÃO CONFORMIDADE			
23	0,00	CONFORME	53	-0,90	NÃO CONFORMIDADE			
24	-0,10	CONFORME	54	-1,30	NÃO CONFORMIDADE			
25	-0,50	CONFORME	55	-0,90	NÃO CONFORMIDADE			
26	-0,20	CONFORME	56	-0,60	NÃO CONFORMIDADE			
27	-0,10	CONFORME	57	-0,30	CONFORME			
28	-0,10	CONFORME	58	-0,30	CONFORME			
29	-0,30	CONFORME	59	0,00	CONFORME			
30	-0,50	CONFORME	60	-0,10	CONFORME			
Max					0,90			
Min					-1,30			
Mediana					-0,30			

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

## **APÊNDICE K – Análise de qualidade de revestimento argamassado de teto**

REVESTIMENTO TETO - PAVIMENTO 5 - 504 - TORRE NORTE														
L1					L2					L5				
Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE			
1	1,20	CONFORME	1	1,60	CONFORME	1	2,80	NÃO CONFORMIDADE						
2	1,70	CONFORME	2	1,80	CONFORME	2	3,60	NÃO CONFORMIDADE						
3	1,20	CONFORME	3	1,40	CONFORME	3	2,80	NÃO CONFORMIDADE						
4	1,80	CONFORME	4	2,50	NÃO CONFORMIDADE	4	2,60	NÃO CONFORMIDADE						
5	1,70	CONFORME	5	1,50	CONFORME	5	1,00	CONFORME						
6	1,60	CONFORME	6	1,70	CONFORME	6	2,20	NÃO CONFORMIDADE						
7	1,50	CONFORME	7	2,00	CONFORME	7	2,70	NÃO CONFORMIDADE						
8	1,80	CONFORME	8	1,00	CONFORME	8	2,80	NÃO CONFORMIDADE						
9	2,00	CONFORME	9	1,70	CONFORME	9	2,00	CONFORME						
10	2,10	NÃO CONFORMIDADE												
11	2,20	NÃO CONFORMIDADE												
12	1,10	CONFORME												
13	2,10	NÃO CONFORMIDADE												
14	1,40	CONFORME												
15	1,50	CONFORME												
16	1,90	CONFORME												
17	1,00	CONFORME												
18	1,60	CONFORME												
19	2,50	NÃO CONFORMIDADE												
20	1,60	CONFORME												
21	1,40	CONFORME												
22	2,70	NÃO CONFORMIDADE												
23	1,60	CONFORME												
24	1,50	CONFORME												
25	1,70	CONFORME												
26	2,00	CONFORME												
27	1,20	CONFORME												
28	1,30	CONFORME												
29	1,20	CONFORME												
30	2,20	NÃO CONFORMIDADE												
Máx	2,70		Máx	2,50		Máx	3,60							
Mín	1,00		Mín	1,00		Mín	1,00							
Média	1,68		Média	1,69		Média	2,50							
ÁREA	49,68		ÁREA	22,22		ÁREA	20,45							
VOLUME	0,83		VOLUME	0,38		VOLUME	0,51							
M3 DE ARGAMASSA - AP 1,72														

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

REVESTIMENTO TETO - PAVIMENTO 2 - 201 - TORRE NORTE					
L11		L12		L14	
Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE
1	2,70	NÃO CONFORMIDADE	1	2,10	NÃO CONFORMIDADE
2	2,50	NÃO CONFORMIDADE	2	1,70	CONFORME
3	2,00	CONFORME	3	1,98	CONFORME
4	1,40	CONFORME	4	1,80	CONFORME
5	1,40	CONFORME	5	1,98	CONFORME
6	1,80	CONFORME	6	1,98	CONFORME
7	2,30	NÃO CONFORMIDADE	7	2,00	CONFORME
8	2,40	NÃO CONFORMIDADE	8	2,20	NÃO CONFORMIDADE
9	2,30	NÃO CONFORMIDADE	9	2,80	NÃO CONFORMIDADE
			10	2,30	NÃO CONFORMIDADE
			11	1,80	CONFORME
			12	1,00	CONFORME
			13	1,50	CONFORME
			14	1,70	CONFORME
			15	3,50	NÃO CONFORMIDADE
			16	3,30	NÃO CONFORMIDADE
			17	3,50	NÃO CONFORMIDADE
			18	3,30	NÃO CONFORMIDADE
			19	3,50	NÃO CONFORMIDADE
			20	2,30	NÃO CONFORMIDADE
			21	1,90	CONFORME
			22	1,90	CONFORME
			23	2,50	NÃO CONFORMIDADE
			24	2,10	NÃO CONFORMIDADE
			25	1,80	CONFORME
			26	2,30	NÃO CONFORMIDADE
			27	2,50	NÃO CONFORMIDADE
			28	2,50	NÃO CONFORMIDADE
			29	2,50	NÃO CONFORMIDADE
			30	2,60	NÃO CONFORMIDADE
Max	2,70		Max	3,50	
Min	1,40		Min	1,00	
Média	2,09		Média	2,29	
ÁREA	49,68		ÁREA	22,22	
VOLUME	1,04		VOLUME	0,51	
MB DE ARGAMASSA - AP		1,90			

## REVESTIMENTO TETO - PAVIMENTO 3 - 303 - TORRE SUL

L9									
Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	Pontos	Desvio	ANÁLISE	ANÁLISE
1	2,10	NÃO CONFORMIDADE	31	3,10	NÃO CONFORMIDADE	61	1,50	CONFORME	
2	2,10	NÃO CONFORMIDADE	32	2,20	NÃO CONFORMIDADE	62	1,80	CONFORME	
3	2,20	NÃO CONFORMIDADE	33	2,20	NÃO CONFORMIDADE	63	2,60	NÃO CONFORMIDADE	
4	2,20	NÃO CONFORMIDADE	34	2,30	NÃO CONFORMIDADE	64	1,00	CONFORME	
5	2,40	NÃO CONFORMIDADE	35	2,40	NÃO CONFORMIDADE	65	1,70	CONFORME	
6	2,40	NÃO CONFORMIDADE	36	2,70	NÃO CONFORMIDADE	66	1,70	CONFORME	
7	2,50	NÃO CONFORMIDADE	37	2,70	NÃO CONFORMIDADE	67	1,60	CONFORME	
8	2,60	NÃO CONFORMIDADE	38	2,90	NÃO CONFORMIDADE	68	1,30	CONFORME	
9	2,70	NÃO CONFORMIDADE	39	2,90	NÃO CONFORMIDADE	69	2,70	NÃO CONFORMIDADE	
10	2,80	NÃO CONFORMIDADE	40	3,10	NÃO CONFORMIDADE	70	2,20	NÃO CONFORMIDADE	
11	2,90	NÃO CONFORMIDADE	41	3,10	NÃO CONFORMIDADE	71	2,10	NÃO CONFORMIDADE	
12	3,10	NÃO CONFORMIDADE	42	3,30	NÃO CONFORMIDADE	72	2,00	CONFORME	
13	3,10	NÃO CONFORMIDADE	43	2,90	NÃO CONFORMIDADE	73	1,90	CONFORME	
14	3,10	NÃO CONFORMIDADE	44	2,90	NÃO CONFORMIDADE	74	1,90	CONFORME	
15	3,10	NÃO CONFORMIDADE	45	2,80	NÃO CONFORMIDADE	75	1,90	CONFORME	
16	2,20	NÃO CONFORMIDADE	46	2,60	NÃO CONFORMIDADE	76	1,90	CONFORME	
17	2,10	NÃO CONFORMIDADE	47	2,20	NÃO CONFORMIDADE	77	2,00	CONFORME	
18	2,10	NÃO CONFORMIDADE	48	2,30	NÃO CONFORMIDADE	78	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
19	2,10	NÃO CONFORMIDADE	49	2,50	NÃO CONFORMIDADE	79	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
20	2,20	NÃO CONFORMIDADE	50	2,60	NÃO CONFORMIDADE	80	1,90	CONFORME	
21	1,90	CONFORME	51	2,70	NÃO CONFORMIDADE	81	2,10	NÃO CONFORMIDADE	
22	2,10	NÃO CONFORMIDADE	52	3,00	NÃO CONFORMIDADE	82	2,00	CONFORME	
23	2,00	CONFORME	53	3,10	NÃO CONFORMIDADE	83	2,10	NÃO CONFORMIDADE	
24	2,60	NÃO CONFORMIDADE	54	2,90	NÃO CONFORMIDADE	84	2,70	NÃO CONFORMIDADE	
25	2,70	NÃO CONFORMIDADE	55	3,10	NÃO CONFORMIDADE	85	2,80	NÃO CONFORMIDADE	
26	3,10	NÃO CONFORMIDADE	56	2,70	NÃO CONFORMIDADE	86	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
27	2,10	NÃO CONFORMIDADE	57	2,70	NÃO CONFORMIDADE	87	2,50	NÃO CONFORMIDADE	
28	3,30	NÃO CONFORMIDADE	58	2,20	NÃO CONFORMIDADE	88	2,40	NÃO CONFORMIDADE	
29	3,30	NÃO CONFORMIDADE	59	2,10	NÃO CONFORMIDADE	89	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
30	3,40	NÃO CONFORMIDADE	60	1,90	CONFORME	90	2,60	NÃO CONFORMIDADE	
Máx				3,40					
Mín				1,00					
Média				2,43					
ÁREA				82,98					
VOLUME				2,02					
M3 DE ARGAMASSA - AP				2,02					

devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

REVESTIMENTO TETO - PAVIMENTO 4 - 404 - TORRE SUL									
L1									
Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos	Espessura	ANÁLISE	Pontos
1	2,60	NÃO CONFORMIDADE	31	2,20	NÃO CONFORMIDADE	61	2,60	NÃO CONFORMIDADE	
2	2,70	NÃO CONFORMIDADE	32	2,00	CONFORME	62	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
3	2,50	NÃO CONFORMIDADE	33	1,80	CONFORME	63	2,20	NÃO CONFORMIDADE	
4	2,40	NÃO CONFORMIDADE	34	1,60	CONFORME	64	1,50	CONFORME	
5	2,60	NÃO CONFORMIDADE	35	1,50	CONFORME	65	1,80	CONFORME	
6	2,70	NÃO CONFORMIDADE	36	1,70	CONFORME	66	2,10	NÃO CONFORMIDADE	
7	2,20	NÃO CONFORMIDADE	37	1,80	CONFORME	67	2,30	NÃO CONFORMIDADE	
8	2,00	CONFORME	38	2,00	CONFORME				
9	3,10	NÃO CONFORMIDADE	39	1,50	CONFORME				
10	3,20	NÃO CONFORMIDADE	40	1,10	CONFORME				
11	2,80	NÃO CONFORMIDADE	41	1,20	CONFORME				
12	2,80	NÃO CONFORMIDADE	42	1,50	CONFORME				
13	2,90	NÃO CONFORMIDADE	43	1,80	CONFORME				
14	2,50	NÃO CONFORMIDADE	44	1,90	CONFORME				
15	2,30	NÃO CONFORMIDADE	45	2,00	CONFORME				
16	2,40	NÃO CONFORMIDADE	46	1,30	CONFORME				
17	2,10	NÃO CONFORMIDADE	47	1,00	CONFORME				
18	2,60	NÃO CONFORMIDADE	48	1,00	CONFORME				
19	2,30	NÃO CONFORMIDADE	49	1,10	CONFORME				
20	1,80	CONFORME	50	1,40	CONFORME				
21	2,00	CONFORME	51	1,50	CONFORME				
22	2,00	CONFORME	52	1,60	CONFORME				
23	2,30	NÃO CONFORMIDADE	53	1,40	CONFORME				
24	2,20	NÃO CONFORMIDADE	54	1,00	CONFORME				
25	1,80	CONFORME	55	1,40	CONFORME				
26	2,10	NÃO CONFORMIDADE	56	1,70	CONFORME				
27	2,20	NÃO CONFORMIDADE	57	2,00	CONFORME				
28	2,20	NÃO CONFORMIDADE	58	2,00	CONFORME				
29	2,00	CONFORME	59	2,30	NÃO CONFORMIDADE				
30	1,80	CONFORME	60	2,20	NÃO CONFORMIDADE				
Max				3,20					
Mín				1,00					
Média				2,01					
ÁREA				95,49					
VOLUME				1,92					
M3 DE ARGAMASSA - AP				1,92					

**APÊNDICE L – Análise de qualidade de revestimento argamassado de  
parede**

---

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO			DADOS			PARÂMETROS		VOLUMES			PERDAS		Análise de Qualidade		
Torre	Pav.	Ap	Talista 1	Talista 2	Talissa Média	L (comprimento da parede)	H	Real [M3]	Projeto [M3]	NBR 13749 [M3]	Projeto	NBR 13749	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)	
Norte	2	201	V33	4,80	4,70	4,75	616,00	222,00	0,65	0,21	0,27	217%	138%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V31	3,80	4,00	3,90	336,00	222,00	0,29	0,11	0,15	160%	95%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V14	2,10	1,80	1,95	401,00	222,00	0,17	0,13	0,18	30%	-2%	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V12	3,50	3,50	3,50	591,00	222,00	0,46	0,20	0,26	133%	75%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V23 - Trecho do P33 ao P28	2,00	2,10	2,05	256,00	222,00	0,12	0,09	0,11	37%	2%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V23 - Trecho do P28 ao P23	1,80	1,90	1,85	256,00	222,00	0,11	0,09	0,11	23%	-8%	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V10	2,00	2,10	2,05	365,00	222,00	0,17	0,12	0,16	37%	3%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	2	201	V28	1,50	1,80	1,65	236,00	222,00	0,09	0,08	0,10	10%	-18%	Conforme	Não Conformidade
Norte	2	201	V8	1,00	1,00	1,00	229,00	222,00	0,05	0,08	0,10	-33%	-50%	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 201 Torre Norte			Maximo	4,80	4,70	4,75	Vol total	2,10	1,09	1,46	Média	Média	% conformidades	% conformidades	
			Minimo	1,00	1,00	1,00	Vol total de perda (Projeto)	-	1,00	-	68,15%	26,11%	44%	11%	
			Média	2,50	2,54	2,52	Vol total de perda (NBR)	-	-	0,64			% Não conformes	% Não conformes	
													56%	89%	
Norte	5	504	V15	1,80	2,00	1,90	655,00	222,00	0,28	0,22	0,29	27%	-5%	Conforme	Não Conformidade
Norte	5	504	V17	5,50	5,00	5,25	395,00	222,00	0,46	0,13	0,18	250%	163%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V1	4,50	4,80	4,65	419,00	222,00	0,43	0,14	0,19	210%	133%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V3	5,50	5,30	5,40	591,00	222,00	0,71	0,20	0,26	260%	170%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V24	2,30	2,30	2,30	736,00	222,00	0,38	0,25	0,33	53%	15%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V5	1,80	1,80	1,80	591,00	222,00	0,24	0,20	0,26	20%	-10%	Conforme	Não Conformidade
Norte	5	504	V7	2,10	2,00	2,05	705,00	222,00	0,32	0,23	0,31	37%	3%	Não Conformidade	Não Conformidade
Norte	5	504	V4	1,00	1,20	1,10	591,00	222,00	0,14	0,20	0,26	-27%	-45%	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 504 Torre Norte			Maximo	5,50	5,30	5,40	Vol total	2,95	1,56	2,08	Média	Média	% conformidades	% conformidades	
			Minimo	1,00	1,20	1,10	Vol total de perda (Projeto)	-	1,40	-	89,48%	42,11%	38%	13%	
			Média	3,06	3,05	3,06	Vol total de perda (NBR)	-	-	0,88			% Não conformes	% Não conformes	
													63%	88%	

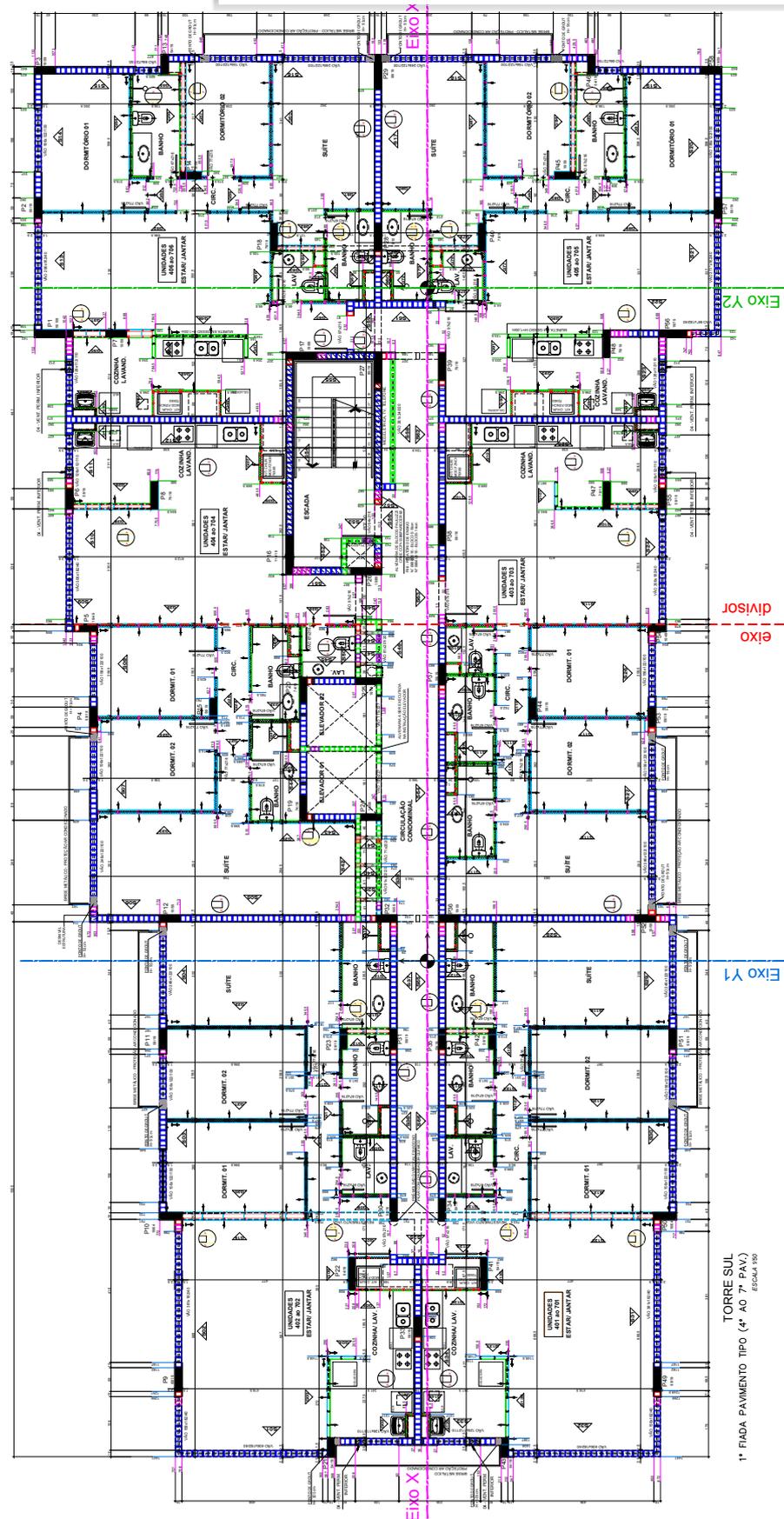
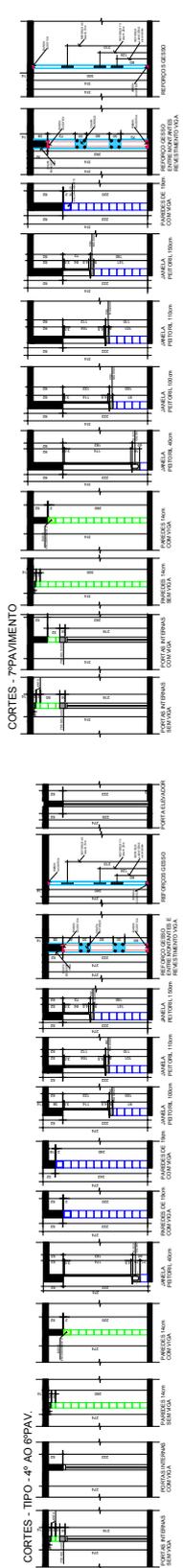
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO			DADOS			PARÂMETROS		VOLUMES			PERDAS		Análise de Qualidade	
Torre	Pav. Ap	Identificação	Talista 1	Talista 2	Talissa Média	L (compimento da parede)	H	Real [M3]	Projeto [M3]	NBR 13749 [M3]	Projeto	NBR 13749	Maior que 2 (NBR 13749)	Maior que 1,5 (Projeto)
Sul	3 303	V19	2,10	2,20	2,15	565,00	222,00	0,27	0,19	0,25	43%	8%	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	3 303	V29	1,90	2,00	1,95	624,00	222,00	0,27	0,21	0,28	30%	-3%	Conforme	Não Conformidade
Sul	3 303	V16 - TRECHO 1	2,30	2,10	2,20	690,00	222,00	0,34	0,23	0,31	47%	10%	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	3 303	V16 - TRECHO 2	2,50	1,50	2,00	340,00	222,00	0,15	0,11	0,15	33%	0%	Conforme	Não Conformidade
Sul	3 303	V16 - TRECHO 3	1,60	1,80	1,70	295,00	222,00	0,11	0,10	0,13	13%	-15%	Conforme	Não Conformidade
Sul	3 303	V37	1,00	1,50	1,25	630,00	222,00	0,17	0,21	0,28	-17%	-38%	Conforme	Conforme
Sul	3 303	V20	0,80	0,70	0,75	580,00	222,00	0,10	0,19	0,26	-50%	-63%	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 303 Torre Sul														
		Máximo	2,50	2,20	2,20	Vol total		1,41	1,24	1,65	Média	Média	% conformidades	% conformidades
		Mínimo	0,80	0,70	0,75	Vol total de perda (Projeto)		-	0,17	-	14,29%	-14,29%	71%	29%
		Média	1,74	1,69	1,71	Vol total de perda (NBR)		-	-	-0,24			% Não conformes	% Não conformes
													29%	71%
Sul	4 404	V48 - TRECHO P32 ao P12	1,20	1,10	1,15	627,00	222,00	0,16	0,21	0,28	-23%	-43%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V48 - TRECHO P12 a V3	2,10	1,80	1,95	259,00	222,00	0,11	0,09	0,11	30%	-3%	Conforme	Não Conformidade
Sul	4 404	V3 - trecho da V48 ao P4	1,00	1,00	1,00	546,00	222,00	0,12	0,18	0,24	-33%	-50%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V3 - Trecho da P4 ao P5	3,30	3,00	3,15	221,00	222,00	0,15	0,07	0,10	110%	58%	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4 404	V2 - Trecho da V33 ao P6	4,30	4,00	4,15	330,00	222,00	0,30	0,11	0,15	177%	108%	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4 404	V2 - Trecho do P6 a Viga V38	5,00	4,80	4,90	190,00	222,00	0,21	0,06	0,08	227%	145%	Não Conformidade	Não Conformidade
Sul	4 404	V38	1,50	1,80	1,65	635,00	222,00	0,23	0,21	0,28	10%	-18%	Conforme	Não Conformidade
Sul	4 404	V7	1,00	1,20	1,10	345,00	222,00	0,08	0,11	0,15	-27%	-45%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V34	1,50	1,30	1,40	166,00	222,00	0,05	0,06	0,07	-7%	-30%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V11	1,20	1,40	1,30	212,00	222,00	0,06	0,07	0,09	-13%	-35%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V32	1,30	1,30	1,30	823,00	222,00	0,24	0,27	0,37	-13%	-35%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V8	1,20	1,30	1,25	367,00	222,00	0,10	0,12	0,16	-17%	-38%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V30	1,00	0,90	0,95	409,00	222,00	0,09	0,14	0,18	-37%	-53%	Conforme	Conforme
Sul	4 404	V10	1,00	1,20	1,10	207,00	222,00	0,05	0,07	0,09	-27%	-45%	Conforme	Conforme
Análise do apartamento 404 Torre Sul														
		Máximo	5,00	4,80	4,90	Vol total		1,96	1,78	2,37	Média	Média	% conformidades	% conformidades
		Mínimo	1,00	0,90	0,95	Vol total de perda (Projeto)		-	0,19	-	-16,25%	-37,19%	79%	64%
		Média	1,90	1,86	1,88	Vol total de perda (NBR)		-	-	-0,41			% Não conformes	% Não conformes
													21%	36%

Análise do impacto do custo e qualidade na atividade de revestimento argamassado interno devido as não conformidades na execução da fôrma de madeira para estrutura de concreto armado.

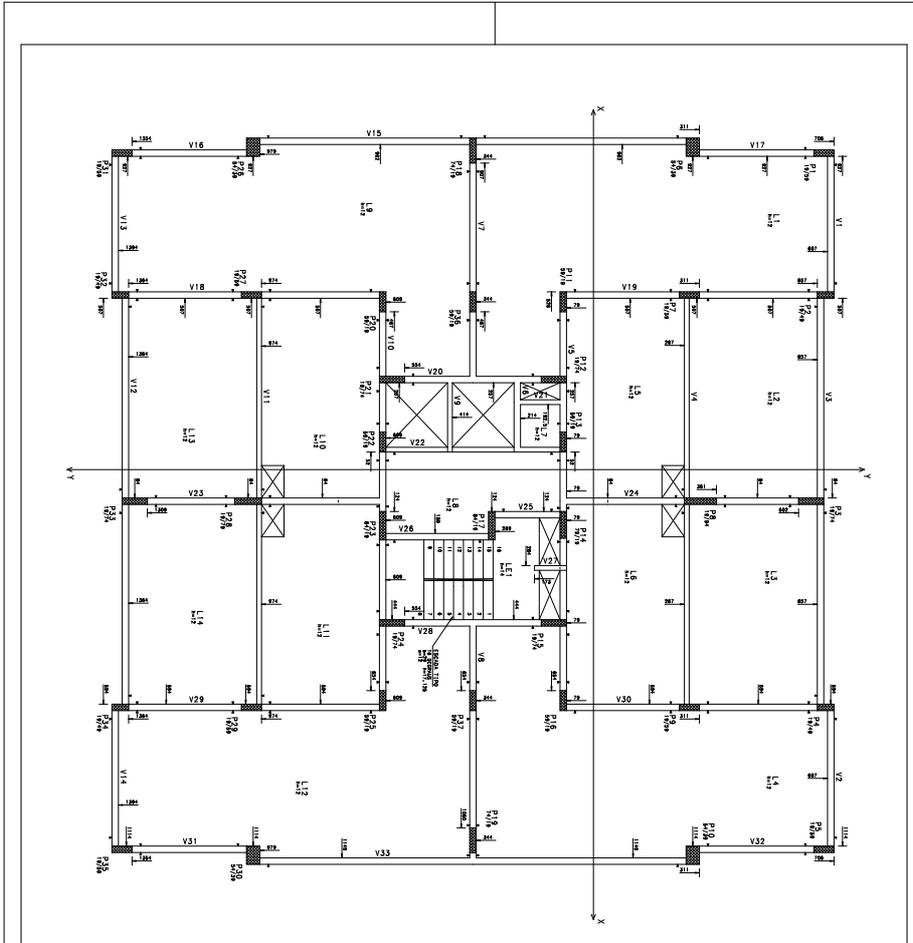
**ANEXO A – PLANTAS DO EMPREENDIMENTO DO ESTUDO DE  
CASO**



LITERATURA ABREVIA	
1	ALUMINIO
2	ALUMINIO
3	ALUMINIO
4	ALUMINIO
5	ALUMINIO
6	ALUMINIO
7	ALUMINIO
8	ALUMINIO
9	ALUMINIO
10	ALUMINIO
11	ALUMINIO
12	ALUMINIO
13	ALUMINIO
14	ALUMINIO
15	ALUMINIO
16	ALUMINIO
17	ALUMINIO
18	ALUMINIO
19	ALUMINIO
20	ALUMINIO
21	ALUMINIO
22	ALUMINIO
23	ALUMINIO
24	ALUMINIO
25	ALUMINIO
26	ALUMINIO
27	ALUMINIO
28	ALUMINIO
29	ALUMINIO
30	ALUMINIO
31	ALUMINIO
32	ALUMINIO
33	ALUMINIO
34	ALUMINIO
35	ALUMINIO
36	ALUMINIO
37	ALUMINIO
38	ALUMINIO
39	ALUMINIO
40	ALUMINIO
41	ALUMINIO
42	ALUMINIO
43	ALUMINIO
44	ALUMINIO
45	ALUMINIO
46	ALUMINIO
47	ALUMINIO
48	ALUMINIO
49	ALUMINIO
50	ALUMINIO
51	ALUMINIO
52	ALUMINIO
53	ALUMINIO
54	ALUMINIO
55	ALUMINIO
56	ALUMINIO
57	ALUMINIO
58	ALUMINIO
59	ALUMINIO
60	ALUMINIO
61	ALUMINIO
62	ALUMINIO
63	ALUMINIO
64	ALUMINIO
65	ALUMINIO
66	ALUMINIO
67	ALUMINIO
68	ALUMINIO
69	ALUMINIO
70	ALUMINIO
71	ALUMINIO
72	ALUMINIO
73	ALUMINIO
74	ALUMINIO
75	ALUMINIO
76	ALUMINIO
77	ALUMINIO
78	ALUMINIO
79	ALUMINIO
80	ALUMINIO
81	ALUMINIO
82	ALUMINIO
83	ALUMINIO
84	ALUMINIO
85	ALUMINIO
86	ALUMINIO
87	ALUMINIO
88	ALUMINIO
89	ALUMINIO
90	ALUMINIO
91	ALUMINIO
92	ALUMINIO
93	ALUMINIO
94	ALUMINIO
95	ALUMINIO
96	ALUMINIO
97	ALUMINIO
98	ALUMINIO
99	ALUMINIO
100	ALUMINIO



TORRE SUL  
1º FADA PAVIMENTO TIPO (4º AO 7º PAV.)  
ESCALA 1:50



CONVENIÊNCIAS	
[Symbol]	Planta de fachada
[Symbol]	Planta de corte
[Symbol]	Planta de elevação
[Symbol]	Planta de detalhe
[Symbol]	Planta de localização
[Symbol]	Planta de situação
[Symbol]	Planta de implantação
[Symbol]	Planta de fundação
[Symbol]	Planta de estrutura
[Symbol]	Planta de acabamentos
[Symbol]	Planta de instalações
[Symbol]	Planta de paisagismo
[Symbol]	Planta de mobiliário
[Symbol]	Planta de equipamentos
[Symbol]	Planta de vegetação
[Symbol]	Planta de iluminação
[Symbol]	Planta de segurança
[Symbol]	Planta de acessibilidade
[Symbol]	Planta de sustentabilidade
[Symbol]	Planta de eficiência energética
[Symbol]	Planta de qualidade de vida
[Symbol]	Planta de bem-estar
[Symbol]	Planta de saúde
[Symbol]	Planta de educação
[Symbol]	Planta de cultura
[Symbol]	Planta de esporte
[Symbol]	Planta de lazer
[Symbol]	Planta de recreação
[Symbol]	Planta de turismo
[Symbol]	Planta de comércio
[Symbol]	Planta de serviços
[Symbol]	Planta de administração
[Symbol]	Planta de manutenção
[Symbol]	Planta de segurança patrimonial
[Symbol]	Planta de segurança pública
[Symbol]	Planta de segurança privada
[Symbol]	Planta de segurança corporativa
[Symbol]	Planta de segurança pessoal
[Symbol]	Planta de segurança familiar
[Symbol]	Planta de segurança comunitária
[Symbol]	Planta de segurança nacional
[Symbol]	Planta de segurança internacional
[Symbol]	Planta de segurança global
[Symbol]	Planta de segurança universal
[Symbol]	Planta de segurança humana
[Symbol]	Planta de segurança planetária
[Symbol]	Planta de segurança cósmica
[Symbol]	Planta de segurança divina
[Symbol]	Planta de segurança eterna
[Symbol]	Planta de segurança eterna eterna

VOLUMES DE CONCRETO	
1.000	1.000
2.000	2.000
3.000	3.000
4.000	4.000
5.000	5.000
6.000	6.000
7.000	7.000
8.000	8.000
9.000	9.000
10.000	10.000
11.000	11.000
12.000	12.000
13.000	13.000
14.000	14.000
15.000	15.000
16.000	16.000
17.000	17.000
18.000	18.000
19.000	19.000
20.000	20.000
21.000	21.000
22.000	22.000
23.000	23.000
24.000	24.000
25.000	25.000
26.000	26.000
27.000	27.000
28.000	28.000
29.000	29.000
30.000	30.000
31.000	31.000
32.000	32.000
33.000	33.000
34.000	34.000
35.000	35.000
36.000	36.000
37.000	37.000
38.000	38.000
39.000	39.000
40.000	40.000
41.000	41.000
42.000	42.000
43.000	43.000
44.000	44.000
45.000	45.000
46.000	46.000
47.000	47.000
48.000	48.000
49.000	49.000
50.000	50.000
51.000	51.000
52.000	52.000
53.000	53.000
54.000	54.000
55.000	55.000
56.000	56.000
57.000	57.000
58.000	58.000
59.000	59.000
60.000	60.000
61.000	61.000
62.000	62.000
63.000	63.000
64.000	64.000
65.000	65.000
66.000	66.000
67.000	67.000
68.000	68.000
69.000	69.000
70.000	70.000
71.000	71.000
72.000	72.000
73.000	73.000
74.000	74.000
75.000	75.000
76.000	76.000
77.000	77.000
78.000	78.000
79.000	79.000
80.000	80.000
81.000	81.000
82.000	82.000
83.000	83.000
84.000	84.000
85.000	85.000
86.000	86.000
87.000	87.000
88.000	88.000
89.000	89.000
90.000	90.000
91.000	91.000
92.000	92.000
93.000	93.000
94.000	94.000
95.000	95.000
96.000	96.000
97.000	97.000
98.000	98.000
99.000	99.000
100.000	100.000



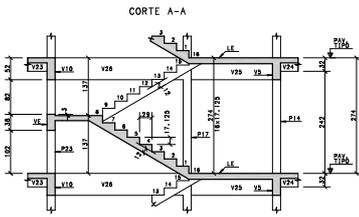


TABELA DE NÍVEIS

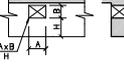
PAV.	NÍVEIS
5°	52,00
4°	49,26
3°	46,52

DET. TÍPICO P/ SEÇÃO DAS VIGAS DIRETAS, EXCETO JUNTO A LAJES EM DESNÍVEL OU SE FOREM INVERTIDAS.

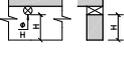


DET. DOS FUROS NAS VIGAS

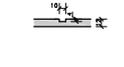
RETANGULARES



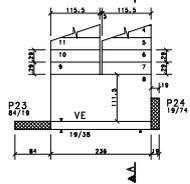
CIRCULARES



DETALHE CANALETA DE GÁS



PATAMAR INTERMEDIÁRIO DA ESCADA TIPO



**OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE A EXECUÇÃO DA ESTRUTURA**

- AS COTAS DE IMPLANTADO, AS DIMENSÕES COTAS E OS NÍVEIS DAS FORMAS DEVERÃO SER VERIFICADAS E ACEITAS PELO RESPONSÁVEL TÉCNICO DA OBRA ANTES DA EXECUÇÃO DAS MESMAS.
- AS CARGAS INDICADAS EQUIVALEM À SIMPLER SOMA DA CARGA ACIDENTAL COM A CARGA PERMANENTE, PODENDO TER SIDO ADOPTADA A REDUÇÃO PREVISTA NO ITEM 2.2.1.8, TABELA 4, DA NBR-8120/80.
- AS QUANTIDADES DE MATERIAIS CONSTANTES EM CADA PRANCHINA SÃO INDICATIVAS DEVENDO SER VERIFICADAS PELO RESPONSÁVEL TÉCNICO DA OBRA TANTO PARA FINS DE ORÇAMENTO COMO PARA COPIA DE MATERIAL.
- AS DOBRAS E OS DIÂMETROS DE CURVATURA DOS GANCHOS DEVERÃO ATENDER O PRESCRITO NA NBR-8120/80.
- QUALQUER MODIFICAÇÃO OU SÓLIDA DEVERÁ SER IMEDIATAMENTE COMUNICADA POR ESCRITO AO PROJETISTA ESTRUTURAL.

**OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE A EXECUÇÃO DAS ALVENARIAS**

- EXECUTAR AS ALVENARIAS DE ACORDO COM A NORMA NBR-8534/84 DA ABNT.
- AS ALVENARIAS SÓ PODERÃO SER INICIADAS 28 DIAS APÓS A EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE APOIO (VIGAS E LAJES).
- O ENCHIMENTO DAS ALVENARIAS DEVERÁ SER EXECUTADO NO MÍNIMO APÓS 20 DIAS DA EXECUÇÃO DAS MESMAS.
- EM LOCAIS ONDE HOUVER ENCHIMENTO NAS LAJES OU OUTRO ACRESCIVO DE CARGA PERMANENTE, ESTE DEVERÁ SER FEITO ANTES DO ENCHIMENTO DAS ALVENARIAS RESPEITANDO-SE O PRAZO MÍNIMO DE 20 DIAS.
- O PERÍODO DAS ALVENARIAS DEVERÁ SER EXECUTADAS APÓS A CURA E RETRAÇÃO DA ARGAMASSA DE ENCHIMENTO.

**PROPRIEDADES DO CONCRETO**

VALORES ESTIMADOS DE MÓDULO DE ELASTICIDADE EM FUNÇÃO DA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À COMPRESSÃO DO CONCRETO, CONSIDERANDO O USO DO GRANITO COMO ADEQUADO ORÇADO.

NÍVEL DE RESISTÊNCIA	C25	C30	C35	C40	C45	C50
$E_{cm}$ (GPa)	24	27	28	32	34	37

**OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE ESCORAMENTO**

- O ESCORAMENTO, O RE-ESCORAMENTO E O CIMPAMENTO DESTA ESTRUTURA DE CONCRETO DEVERÁ SER OBJETO DE UM PROJETO ADICIONAL, ESPECÍFICO DE RESPONSABILIDADE DO EXECUTANTE DA ESTRUTURA, O QUAL DEVERÁ RESPEITAR TANTO A RESISTÊNCIA COMO A MATUREZA DOS CONCRETOS SEM ULTRAPASSAR OS CARREGAMENTOS MÁXIMOS CONSIDERADOS NO PROJETO ESTRUTURAL. ESPECIAL ATENÇÃO DEVERÁ SER DADA PARA NÃO CAUSAR CARREGAMENTOS INADEQUADOS NEM TAMPOCO SUBMITER O CONCRETO A AÇÕES NÃO PREVISTAS EM SEUS PROJETOS, O QUE PODERÁ AUMENTAR SIGNIFICATIVAMENTE AS DEFORMAÇÕES LENTAS APRESENTADAS PELA ESTRUTURA.
- EXISTEM ABANDADO SUBSTRITO É VÁLIDO DEVER QUE O ANDAR SEJA CONCRETADO EM ESPAÇO DE TEMPO NÃO INFERIOR A 8 DIAS

DIÁ DA CONCRETAGEM	ESCORAMENTO
7 DIAS	100% ESCORAMENTO
14 DIAS	100% ESCORAMENTO
21 DIAS	50% ESCORAMENTO
28 DIAS	50% ESCORAMENTO

**SOBRECARGAS CONSIDERADAS NESTE PAVIMENTO**

- 1 - PAREDES DE:

  - A) - ALVENARIA DE TIJOLOS MACIÇOS = 1700 kg/m<sup>2</sup>
  - B) - ALVENARIA DE TIJOLOS FURADOS = 1200 kg/m<sup>2</sup>
- 2 - SOBRECARGAS PERMANENTES

  - A) - PISO E CONTRAPISO = 75 kg/m<sup>2</sup>
  - B) - REBOCO DE TETO = 20 kg/m<sup>2</sup>
- 3 - SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO

  - A) - QUANDO NÃO INDICAR AS CARGAS DE UTILIZAÇÃO DEVERÁ RESPEITAR O PRESCRITO NA NORMA NBR 8120/2004

**COBRIMENTOS DAS ARMADURAS**

VIGAS = 2,5 cm  
 LAJES = 2,0 cm (ARMADURA NEGATIVA)  
 LAJES = 2,0 cm (ARMADURA POSITIVA)  
 PILARES = 2,5 cm

ESTES COBRIMENTOS ADMITEM QUE HAVERÁ CONTROLE DE QUALIDADE E RIGIDOS LÍMITES DE TOLERÂNCIA DA VARIABILIDADE DAS MEDIDAS CONFORME ITEM 7.4.7.4 DA NORMA NBR-8120/2004

CONVENÇÕES	VOLUMES DE CONCRETO
■ PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO	VIGAS 18,2 m <sup>3</sup>
□ PILAR QUE MORRE NESTE PAVIMENTO	LAJES 45,1 m <sup>3</sup>
▣ PILAR QUE PASSA PELO PAVIMENTO	PILARES 15,1 m <sup>3</sup>
⊕ INDICA QUE O EIXO DA VIGA É O MESMO DO PILAR	ESCALA - 9,9 m <sup>3</sup>
⊖ INDICA QUE A VIGA ESTÁ NA FACE DO PILAR	TOTAL 78,6 m <sup>3</sup>

