

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

RODRIGO VIANA DE LIMA

**INVESTIGAÇÃO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DO DESAPRUMO
NA SUPERESTRUTURA EM OBRAS DE MULTIPAVIMENTOS.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA / PR

2019

RODRIGO VIANA DE LIMA

**INVESTIGAÇÃO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DO DESAPRUMO
NA SUPERESTRUTURA EM OBRAS DE MULTIPAVIMENTOS.**

Monografia de Especialização em Gerenciamento de Obras do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras.

Orientador: Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.

CURITIBA / PR

2019

RODRIGO VIANA DE LIMA

**INVESTIGAÇÃO DAS PRINCIPAIS CAUSAS DO DESVIO GEOMÉTRICO NA
SUPERESTRUTURA EM OBRAS DE MULTIPAVIMENTOS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano (orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2019

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

LIMA, Rodrigo; Viana. Investigar as Principais Causas do Desvio Geométrico na Superestrutura em Obras de Multipavimentos. Monografia, Pós graduação em Gerenciamento de Obras pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O presente trabalho tem como finalidade fazer um levantamento das práticas de execução e controle de qualidade da superestrutura de um prédio, por meio de um questionário aplicado a engenheiros de obras, verificando assim quais são as medidas tomadas para garantir o prumo da edificação, observando quais são mais eficazes e quais já estão ultrapassadas. O questionário foi elaborado de modo a compreender todas etapas do processo de planejamento, execução e verificação da superestrutura, com isso foi possível analisar todas as questões com objetivo de fazer um *link* entre as respostas para que assim seja possível ter uma visão geral do modo que os engenheiros tratam esse quesito. Foi possível também constatar que já existe uma tendência de que as construtoras adotem novas tecnologias para o controle, execução e conferência do prumo da edificação deixando pouco a pouco de lado as práticas tradicionais. De modo geral a pesquisa trouxe a real eficiência dos métodos utilizados por cada construtora.

Palavras-Chave: Prumo. Desaprumo. Superestrutura. Métodos. Processo. Mão de obra. Materiais. Qualidade.

ABSTRACT

The present work aims to make a survey through a questionnaire applied to engineers of the practices of execution and quality control of the superstructure of a building, to verify what are the measures taken to ensure the plumbing of the building, thus observing what are more effective and which are already outdated. The questionnaire was designed to understand all stages of the planning, execution and verification process of the superstructure, with which it was possible to analyze all the questions with the objective of linking the answers so that an overview of the mode that the engineers handle this question. The questionnaire also raised the technologies used to carry out this work, verifying if the construction companies are investing and trying to update themselves with the various technologies that arise or if they still choose to use more archaic practices. In general, the research raised the real efficiency of the methods used by each construction company.

Keywords: Plumb. Unpleasant. Superstructure. Methods. Process. Labor. Materials. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ângulo de desaprumo das edificações.....	10
Figura 2 - Resultado da Pesquisa – Questão 1.....	24
Figura 3 - Disposição de linhas de prumo.....	26
Figura 4 - Resultado da Pesquisa – Questão 2.....	28
Figura 5 - Resultado da Pesquisa – Questão 3.....	30
Figura 6 - Resultado da Pesquisa – Questão 4.....	31
Figura 7 - Resultado da Pesquisa – Questão 5.....	33
Figura 8 - Resultado da Pesquisa – Questão 6.....	34
Figura 9 - Resultado da Pesquisa – Questão 7.....	35
Figura 10 - Resultado da Pesquisa – Questão 8.....	36
Figura 11 - Resultado da Pesquisa – Questão 9.....	37
Figura 12 - Mapeamento de fachada com prumo de face.....	38
Figura 13 - Mapeamento de fachada com laser.....	39
Figura 14 - Nuvem de pontos capturada pelo laser.....	40
Figura 15 - Resultado da Pesquisa – Questão 10.....	41
Figura 16 - Argamassa sobre tela de reforço.....	42
Figura 17 - Resultado da Pesquisa – Questão 11.....	43
Figura 18 - Resultado da Pesquisa – Questão 12.....	44
Figura 19 - Resultado da Pesquisa – Questão 13.....	45
Figura 20 - Resultado da Pesquisa – Questão 14.....	47
Figura 21 - Resultado da Pesquisa – Questão 15.....	48
Figura 22 - Resultado da Pesquisa – Questão 16.....	49
Figura 23 - Resultado da Pesquisa – Questão 17.....	50
Figura 24 - Resultado da Pesquisa – Questão 18.....	52
Figura 25 - Resultado da Pesquisa – Questão 19.....	54
Figura 26 - Resultado da Pesquisa – Questão 20.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície.....18

Quadro 2 - Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares.....19

Quadro 3 - Tolerâncias de desaprumo de elementos estruturais lineares.....19

Quadros 4 - Resultado da Pesquisa – Questão 4.....31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMÁTICA.....	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivo Geral.....	11
1.3.2 Objetivo Especifico.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 PROCESSO CONSTRUTIVO.....	13
2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	14
2.3 MÃO DE OBRA.....	15
2.4 MATERIAIS.....	16
2.5 TOLERÂNCIAS.....	18
3. METODOLOGIA DA PESQUISA	21
3.1 PESQUISA DE CAMPO.....	21
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	23
4.1 Qual ponto de referência é usado para aferição do prumo do pavimento em execução?.....	23
4.2 Quais profissionais executam esse trabalho?.....	27
4.3 Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para aferição do prumo?.....	29
4.4 Em quais momentos da obra é aferido o prumo do prédio?.....	31
4.5 Qual método é utilizado para transferência dos eixos coordenados para laje em execução?.....	32
4.6 Quais profissionais fazem esse trabalho?.....	34
4.7 Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para transferência dos eixos?.....	35
4.8 É feito um mapeamento das fachadas?.....	36
4.9 Se sim, qual método utilizado?.....	37
4.10 Qual é o procedimento caso seja detectado o desaprumo do prédio?.....	40

4.11	É feito algum controle de qualidade nas peças (madeira para formas) recebidas?.....	42
4.12	Se sim, quais itens são verificados?.....	43
4.13	Existe um projeto de fôrmas?.....	44
4.14	Quais profissionais são responsáveis pela construção, execução e remoção das formas?.....	46
4.15	É feito um controle de qualidade (checklist) nas formas antes da concretagem?.....	47
4.16	Se sim, qual é o profissional responsável?.....	48
4.17	Quais medidas são tomadas caso não estejam dentro do padrão de qualidade?.....	50
4.18	Qual e o procedimento caso um fôrma abra durante a concretagem?.....	51
4.19	Na sua opinião qual o impacto do desvio geométrico da superestrutura no orçamento e cronograma da obra?.....	53
4.20	Para você quais os principais fatores que causam o desvio geométrico da superestrutura?.....	54
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	59
	ANEXO A.....	61

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

A construção civil no Brasil está cada dia mais industrializada, ou seja as empresas estão sendo estimuladas pela dinâmica do mercado a adotar novos métodos e tecnologias construtivas a fim de aumentar a qualidade e diminuir o custo e o prazo das obras. Segundo MEDEIROS (1999) citado por BARROS (2001, p.2), “a indústria de construção de edifícios vem buscando, nos últimos anos a implementação de novas tecnologias para o aumento da eficiência e qualidade”. Entretanto os métodos de controle executivo não estão acompanhando essas mudanças e isso acarreta erros de execução que por muitas vezes podem ser graves.

A construção industrializada está colaborando para a execução de obras mais rápidas, de melhor qualidade e com margens de desperdício menores. Essas melhorias se devem em parte ao controle dimensional preciso tanto dos elementos estruturais (vigas, lajes e pilares) como não-estruturais (vedações, revestimentos e acabamentos). Porém, ainda hoje é possível observar nas obras práticas arcaicas de medição que levam à ocorrência de erros de prumo e de locação e, em consequência, a gastos desnecessários e retrabalho. (PINI, 2003)

Uma superestrutura fora do prumo vai acarretar diversos custos desnecessários para empresa e em casos extremos pode comprometer a segurança do elemento estrutural. Uma prática errônea na construção civil é considerar o revestimento externo como ferramenta de encobrir falhas na planicidade da estrutura ou mesmo da alvenaria. Foi observado por BOTELHO E BARROS (2004) que, nas décadas de 1970/1980 permitia-se no Brasil, ao engenheiro civil, uma maior tolerância nos erros na geometria da edificação, ou seja “tirar as diferenças na massa”, era quase inexistente o controle dimensional das estruturas das edificações.

Quando isso acontece o consumo de mão de obra e materiais irão aumentar, ficando acima do previsto no orçamento e conseqüentemente o cronograma da obra vai ser afetado. Deste modo surgiu a necessidade de ter um maior controle geométrico na execução da superestrutura, a fim de assegurar um maior nível de qualidade. Foi exposto por BOTELHO (2003) que o controle

geométrico está relacionado com a definição da geometria projetada em lajes, vigas ou pilares nas edificações prediais, e a execução dos elementos constituintes do edifício na geometria projetada e em uma etapa seguinte, medir os desvios entre a geometria projetada, de cada elemento e aquela realmente executada.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A execução da superestrutura fora de prumo ocorre por diversas causas e tem várias consequências para a empresa, tanto no aspecto econômico quanto na própria segurança, uma vez que a tendência é que o erro se acumule a medida que os pavimentos vão sendo construídos.

Para HIGA e MATOS (2011), o desaprumo, também conhecido como desvio geométrico ou irregularidade vertical, é causado por desvios na geometria da estrutura. Parte-se do pressuposto que toda estrutura real possua certo grau de desaprumo, decorrente de erros construtivos no alinhamento da estrutura como um todo ou de uma peça isolada.

A NBR 6118:2014 divide os desvios em imperfeições globais e imperfeições locais. As imperfeições locais estão relacionadas ao cálculo de um lance isolado de pilar, já para a análise das imperfeições globais é considerado um ângulo θ_a de desaprumo conforme Figura 1, onde se estabelecem valores limites, de acordo com a deslocabilidade da estrutura (nós fixos ou móveis) e sua altura total. Percebe-se que quanto mais alta a edificação, menor é o ângulo de desaprumo.



Figura 1 - Ângulo de desaprumo das edificações

Fonte: nbr: 6118-201

Desta forma esse trabalho irá tratar especificamente dos erros cometidos na execução da superestrutura nos métodos e procedimentos adotados, que possam causar o desvio geométrico da estrutura, sem adentrar nos cálculos. Algumas principais perguntas terão que ser respondidas: “O que é feito para garantir o prumo da superestrutura?” e “Quais providências são tomadas uma vez detectado o desaprumo da estrutura já executada?”.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por intuito identificar os principais fatores causadores do desaprumo da superestrutura de um prédio.

1.3.2 Objetivo específicos

- Por meio de questionário fazer um levantamento das técnicas e métodos utilizados para construção da superestrutura.
- Analisar os dados obtidos, a fim de verificar possíveis erros na execução e seus impactos no prumo do prédio.
- Propor melhorias nas técnicas e métodos de construção a fim de mitigar os erros cometidos.

1.4 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema ocorreu primeiramente por razões práticas, uma vez que o pesquisador já vivenciou casos em obras onde a superestrutura do prédio estava fora do prumo, o que acarretou diversas consequências no decorrer da obra, desde gastos excessivos de argamassa externa, retrabalho e até dificuldade para montagem do elevador. Com isso surgiu a necessidade para estudar o caso a fundo e investigar as causas raízes deste problema, visto que dependendo do nível do desvio geométrico a segurança da superestrutura pode ficar comprometida.

Desta forma o presente trabalho pretende contribuir com dados estatísticos dos métodos e procedimentos utilizados para alinhar, nivelar e

garantir o prumo da superestrutura em diversas construtoras, para que assim possa ser comparadas no que tange a qualidade ou seja, quais erros ocorrem e com que frequência, tanto o impacto no custo e cronograma da obra, além disto deverá ser verificado se as práticas condizem com a norma pertinente.

Essa pesquisa irá contribuir de forma geral para demonstrar quais práticas são mais eficazes para o controle do prumo do prédio e quais tem uma eficácia menor, para que assim os engenheiros possam escolher um conjunto de métodos mais eficientes, ou seja que atinja o objetivo que é executar a superestrutura dentro dos padrões de qualidade.

O presente trabalho poderá servir como base para decisões para o engenheiro de obras analisar as técnicas, utilizar e qual sua eficiência na execução e controle do prumo do prédio para que com isso ele possa escolher o conjunto de técnicas que lhe traz maior nível de confiabilidade e que se encaixe melhor na sua realidade.

Com isso o maior intuito é mostrar a importância do controle eficiente da execução da superestrutura e conscientização da importância do aprimoramento das técnicas de engenharia para evitar erros de execução.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desaprumo da superestrutura acontece pela soma de diversos fatores que podem ocorrer na execução da mesma, tendendo a se agravar se não for detectado e corrigido a tempo. Com isso o controle geométrico durante a execução e de suma importância para manter a qualidade e o prumo da estrutura. Segundo BOTELHO (2003), o controle geométrico consiste, no âmbito da construção civil, na aplicação de métodos de definição da geometria projetada em elementos estruturais bem como na execução dos componentes que integram a edificação e posteriormente, na medição dos desvios entre o que foi projetado e sua execução.

Segundo OBATA e SOUSA (2001), o grau de concordância das características e dados finais obtidos com aqueles que foram anteriormente especificados, uma vez que o projeto estrutural não pode assegurar que durante a execução da estrutura serão empregados os materiais e métodos construtivos especificados. Observando a fala do autor podemos concluir que o controle geométrico deve garantir que a superestrutura seja executada segundo os parâmetros do projeto.

Observando de modo generalista existem quatro variáveis que devem ser apreciadas para a mitigar o desvio geométrico da superestrutura.

2.1 PROCESSO CONSTRUTIVO

O processo produtivo é a transformação de insumos em produtos, no entanto o resultado final nem sempre é igual ao que foi projetado. Isso ocorre porque, em todo processo produtivo, existe uma série de condições necessárias para o alcance das características especificadas. FILHO, ROCHA E SILVA (2004)

Para a superestrutura do prédio ser executada dentro das especificações do projeto, existem processos que devem ser seguidos, cada etapa da linha de produção deve ser bem planejada para que as equipes possam executar seu trabalho com excelência, podendo assim alcançar o objetivo final que é uma estrutura com qualidade, dentro do prazo e custos preestabelecidos. FILHO, ROCHA E SILVA (2004) afirmam que, planejar a produção pode ser entendido como a antecipação de todos os fatores que concorrem à

transformação intencional de insumos em produtos, assim como das consequências deste processo. Os mesmos autores reforçam essa ideia dizendo que: em um processo construtivo, são envolvidos inúmeros fatores que precisam ser administrados da mesma forma que qualquer outro tipo de produção, utilizando o planejamento e controle da produção para que as metas da empresa sejam atingidas.

Contudo nem sempre os processos são bem definidos, isso acarreta não conformidades entre o planejamento e execução das tarefas, as consequências disso é um produto fora das especificações, má qualidade e retrabalho que consequentemente afeta o cronograma e orçamento da obra. FILHO, ROCHA E SILVA (2004) reforçam essa afirmativa dizendo que existe um descompasso entre os encarregados pelo planejamento e os responsáveis pela execução da obra; então os planos podem apresentar incompatibilidades com a situação real da execução; outro fato é que quando os planos não são controlados, terminam como entulho no escritório da obra.

Para MARCHESAN (2001), o processo produtivo na construção civil acaba sendo conduzido por planos informais, elaborados pelos executores da obra que, muitas vezes, são diferentes dos planos formais. De acordo com essas ponderações pode-se vislumbrar que para uma superestrutura ser executada dentro dos padrões de qualidade deve-se ter um processo de construção bem definido. Ter uma sintonia entre o planejado e o executado, todas as partes do processo devem conversar entre si, desde o gestor da obra até as equipes que executam o serviço, com isso podemos mitigar os erros de execução.

2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVO

Existem vários métodos para aferir e garantir o alinhamento geométrico do prédio em execução, o presente trabalho irá por meio de pesquisa de campo fazer um levantamento de quais métodos são utilizados nas construtoras. A escolha do método é de suma importância, pois cada método tem suas características e os profissionais devem dominá-lo de modo completo para garantir a qualidade do serviço. Existem métodos que utilizam ferramentas simples e outros que utilizam tecnologias mais avançadas.

Segundo ARAÚJO (2013) existem duas possibilidades de se obter a linha de prumo. A primeira é gerada diretamente, utilizando instrumentação mecânica ou óptica e a segunda é gerada indiretamente, por meio da interseção de dois planos verticais, utilizando instrumentação óptica a base de teodolitos.

O procedimento de prumagem é entendido como a verificação da variação e/ou deslocamento de pontos da fachada, ou estrutura predial, com respeito a uma linha vertical (linha de prumo) ou plano vertical (plano de prumo) e como a transferência vertical de um ponto sobre a linha de prumo. Esta linha está dirigida para o centro de gravidade da Terra. O método de prumagem destina-se a determinação de um gráfico de curva de inclinação vertical (ARAÚJO, 2013).

Observando a fala dos autores pode-se verificar que o método empregado para garantir o prumo do prédio é de suma importância, visto que possibilita uma maior capacidade de avaliar e intervir rapidamente para correção de qualquer erro de desvio geométrico da estrutura. O controle de qualidade na execução da superestrutura, além de evitar erros no prumo do prédio também traz economia no orçamento. GARRIDO (1999) diz que, fica claro que quanto mais se cuidar da geometria da estrutura, menor será o consumo excessivo do material.

2.3 MÃO DE OBRA

A mão de obra é uma das principais referências que contribuem para se obter uma superestrutura dentro do prumo e com a qualidade especificada em projeto, visto que são essas pessoas que colocam a “mão na massa” ou seja são elas que executam as tarefas planejadas.

Porém ainda existe muita mão de obra desqualificada no mercado. SOUZA e RIPPER (1998) afirmavam que o Brasil é um dos únicos em que as patologias nas estruturas de concreto armado ocorrem na fase de execução das obras. Isso se deve, provavelmente, pela falta de mão de obra qualificada e pelas técnicas de construção arcaicas ainda utilizadas. MESEGUER (1991), afirma que o setor de construção de edifícios, possui a característica do uso de mão de obra pouco qualificada, com possibilidade de promoção quase escassas.

Um dos maiores dilemas das construtoras é o “medo” de qualificar seus funcionários para executar tarefas específicas tornando-os especialistas e depois eles saírem da empresa em busca de melhores oportunidades. Visto que qualificar seus funcionários é caro para empresa, investindo em treinamento, cursos e salários mais altos a fim de retê-los, isso tudo toma muito tempo e recursos da empresa, para depois correr o risco do funcionário sair da empresa na primeira oportunidade. Muitas vezes as empresas não encontram no mercado um profissional com o perfil desejado ou não quer pagar o preço de um qualificado, assim acaba contratando um alguém com um nível de instrução menos.

Contudo o barato pode sair caro, contratar mão de obra não especializada, apesar de representar uma economia em curto prazo, na construção civil, a mão de obra barata simplesmente não compensa. Afinal, em um médio prazo, a sua empresa acabará enfrentando problemas como alto número de retrabalho, além de um índice elevado de reclamações, baixa produtividade e atrasos no cronograma de obras. Além de ser qualificada a equipe deve estar alinhada com os objetivos da empresa, para que assim possa ser executado um serviço de excelência.

2.4 MATERIAIS

Outra variável muito importante para se conseguir executar a superestrutura dentro do prumo desejado é a qualidade dos materiais utilizados, principalmente das fôrmas e escoramentos utilizados. Pois se eles não atenderem os requisitos mínimos de qualidade podem gerar problemas tanto na hora da concretagem quanto patologias posteriores.

Para FAJERSZTAJN (1987) as fôrmas são estruturas provisórias que tem como finalidade manter o concreto plástico na geometria desejada e sustentá-lo a resistência necessária para suportar os esforços que serão submetidos. Os escoramentos, também denominados cimbramentos, são estruturas provisórias que tem por objetivo manter as fôrmas em sua posição e resistir às cargas durante a concretagem. (SEARBY, 1986).

Existem vários sistema de fôrmas, e cada uma tem suas peculiaridades, a utilização de cada tipo varia conforme o tipo de estrutura, disponibilidade

financeira da empresa e expertise do gestor da obra. O tipo mais usado no Brasil é a fôrma de madeira, porém existem fôrmas de alumínio, metálicas, plástico e papelão. Independentemente do tipo escolhido as fôrmas devem atender normas de qualidade preestabelecida, com isso o engenheiro deve ficar atento em todas etapas desde construção, execução e remoção das fôrmas para que a mesma atenda às recomendações do projeto.

As fôrmas de madeira são mais comumente utilizadas e são as que mais necessitam de um controle de qualidade rigoroso. Pois qualquer desvio pode acarretar erros graves e retrabalhos, com isso o engenheiro deve ficar atento no controle de qualidade para que as peças que forem utilizadas na execução da estrutura esteja dentro dos conformes estabelecidos pelo projeto.

Para garantir mitigar os erros de prumo da estrutura é de suma importância que a construtora possua um projeto de fôrma, uma prática pouco comum principalmente em pequenas e médias empresas. Segundo JÚNIOR (1997) o projeto de fôrmas é a representação gráfica de todos elementos constituintes deste processo executivo e deve ser acompanhado de uma assistência técnica ao cliente para orientá-lo sobre os cuidados a serem tomados, os objetivos de cada solução e todos os passos da execução, desde a confecção dos elementos até sua montagem e desfôrma.

Com o projeto de fôrma em mãos o engenheiro deve se atentar para que o processo de compra, recebimento e armazenamento do material estejam alinhados, para que assim chegue na obra apenas peças de qualidade. Segundo LUNGISANSILU (2015) as especificações de compra devem constar as seguintes informações: espécie da madeira; classe da qualidade; tipo e bitolas da peça; comprimento mínimo ou exato de peças avulsas; para as chapas compensadas, deverá ser especificado também o tipo (resina ou plastificada). Também segundo o mesmo autor a inspeção de recebimento deve compreender: inspeção dimensional; inspeção de quantidade; inspeção visual; verificação dos dados da nota fiscal e verificação dos aspetos gerais. Sobre o estoque das peças (LUNGISANSILU, 2015) diz que, o armazenamento deve ser por bitola e tipo de madeira, em local apropriado para reduzir a ação da água. Os painéis serão empilhados face a face, em posição horizontal ou vertical (desde que pintados números de identificação). De igual modo, placas e sarrafos para reforço precisam ser numerados e empilhados com os painéis. As chapas

compensadas deverão ser armazenadas preferencialmente em local fechado e coberto, caso não seja possível deverão ser cobertas com lona plástica ou similar. Necessitam ser empilhadas na posição horizontal sobre três pontaletes posicionados no centro da chapa e a 10 cm de cada uma das bordas menores, evitando o contato com o piso. A pilha não deve exceder 100 cm de altura para evitar sobrecarga.

Seguindo todos esses requisitos a construtora mitiga o risco de usar peças de má qualidade. Com isso as chances de obter um alinhamento geométrico da superestrutura é grande.

2.5 TOLERÂNCIAS

A NBR 14931-2004 especifica os níveis de tolerâncias aceitáveis para garantir a qualidade na execução da estrutura de concreto, a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças obedeam às indicações do projeto com a maior precisão possível. Devem ser respeitadas as tolerâncias estabelecidas nas tabelas 1 e 2, caso o plano da obra, em virtude de circunstâncias especiais, não as exija mais rigorosas.

Quadro 1 – 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
$a \leq 60$	± 5
$60 < a \leq 120$	± 7
$120 < a \leq 250$	± 10
$a > 250$	$\pm 0,4 \% \text{ da dimensão}$

Fonte: nbr 14931-2004

Quadro 2 – Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares

Dimensão (l) m	Tolerância (t) mm
$l \leq 3$	± 5
$3 < l \leq 5$	± 10
$5 < l \leq 15$	± 15
$l > 15$	± 20

NOTA A tolerância dimensional de elementos lineares justapostos deve ser considerada sobre a dimensão total.

Fonte: nbr 14931-2004

Ainda segundo a NBR 14931-2004, 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, e a tolerância cumulativa deve obedecer a Equação 1:

$$t_{\text{tot}} \leq 8 \sqrt{H_{\text{tot}}}$$

Onde:

t_{tot} é a tolerância cumulativa ou total da edificação, em milímetros;

H_{tot} é a altura da edificação, em metros.

Quadro 3 – tolerâncias de desaprumo de elementos estruturais lineares.

Dimensão (s) cm		Tolerância ^{1), 3)} (t) mm
Tipo de elemento estrutural	Posição da verificação	
Elementos de superfície	Horizontal	5
	Vertical	20 ²⁾
Elementos lineares	Horizontal	10
	Vertical	10

¹⁾ Em regiões especiais (tais como: apoios, ligações, intersecções de elementos estruturais, traspasse de armadura de pilares e outras) essas tolerâncias não se aplicam, devendo ser objeto de entendimento entre o responsável pela execução da obra e o projetista estrutural.

²⁾ Tolerância relativa ao alinhamento da armadura.

³⁾ O cobrimento das barras e a distância mínima entre elas não podem ser inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6118.

Fonte: nbr 14931-2004

A NBR 14931-2004 ainda estabelece a tolerância do nivelamento das fôrmas antes da concretagem com relação às cotas de projeto, que devem respeitar a Equação 2:

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

Onde:

t é a tolerância do nivelamento da fôrma, em milímetros;

ℓ é a maior dimensão da fôrma, em metros.

Disposto todas essas informações especificadas na NBR 14931-2004, deve-se saber que a mesma estabelece tolerâncias que devem ser respeitadas na hora da execução dos elementos estruturais, isso garante uma obra dentro dos padrões de qualidade exigidos pela norma. Para isso acontecer a construtora deve escolher os melhores métodos para execução e conferência dos parâmetros estabelecidos.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

O método para a realização do trabalho foi a pesquisa de campo que segundo (FONSECA, 2002) caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa ex-post-facto, pesquisa-ação, pesquisa participante, etc.).

O pesquisador elaborou um questionário com o intuito de coletar dados, observar e analisar as técnicas e métodos praticados em diversas construtoras no que tange o planejamento, execução e controle do prumo do prédio. Com isso possibilitando a busca de conceitos teóricos ligando-os a realidade dos canteiros de obra.

O tipo de abordagem foi a quantitativa. Onde a coleta de dados é realizada através de questionários que apresentam variáveis distintas, cujas análises são geralmente apresentadas através de tabelas e gráficos (FACHIN, 2003). Nesse tipo de pesquisa, a representação dos dados ocorre através de técnicas quânticas de análise, cujo tratamento objetivo dos resultados dinamiza o processo de relação entre variáveis (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Desta forma o questionário aplicado tem por objetivo extrair dados sobre como as construtoras tratam o desaprumo da superestrutura de um prédio, transformando assim esses dados em informações estatísticas, a fim de fazer um contra ponto do que a norma estabelece e o que é executado nas construtoras, observando também os níveis de qualidade de cada empreendimento com relação ao desvio geométrico da superestrutura.

3.1 PESQUISA DE CAMPO

Para alcançar o objetivo do trabalho foi realizada uma pesquisa de campo por meio de um questionário **Anexo A**, que foi aplicado a gestores de obras nos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Minas Gerais. Desta forma foi possível fazer uma análise dos diferentes aspectos que tangem o controle e execução da superestrutura. O questionário explora todas as etapas do processo construtivo, planejamento, execução e controle de qualidade da superestrutura para que assim possam ser extraídos dados a fim de ser

confrontados com as outras construtoras, encontrando assim pontos em comum e discrepantes, para que com isso seja possível verificar quais métodos são mais eficazes e garantem a execução da superestrutura dentro do prumo sem desvios geométricos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O questionário possui 20 perguntas que foram elaboradas a fim de extrair dados referente a execução da superestrutura no que se refere aos processos e métodos construtivos adotados nas respectivas construtoras e também a qualidade da mão de obra e materiais que são utilizados nas mesmas. Com isso serão analisadas e interpretadas cada questão individualmente e posteriormente será feito uma análise geral dos dados obtidos.

4.1 Qual ponto de referência é usado para aferição do prumo do pavimento em execução?

Essa pergunta tem como objetivo verificar qual o ponto de referência as construtoras utilizam para aferição do prumo do pavimento em execução, visto que uma das maiores causas do desvio geométrico da superestrutura é por conta da adoção de métodos obsoletos de engenharia, um deles é ainda muito utilizado, a aferição do prumo tomando como referência o andar inferior e não pelo primeiro andar. Pois, uma vez que o pavimento inferior já estiver fora do prumo com relação ao primeiro andar do prédio, essa diferença irá apenas aumentar a medida que os pavimentos vão sendo construídos.

O método mais confiável é a utilização de coordenadas topográficas em que um profissional da área fica responsável pelo prumo da estrutura com a utilização de equipamentos que diminuem a margem de erro para quase zero, porém esse é um método caro que poucas construtoras utilizam.

A seguir será analisado a figura 1 onde consta o resultado da pesquisa referente a primeira questão.

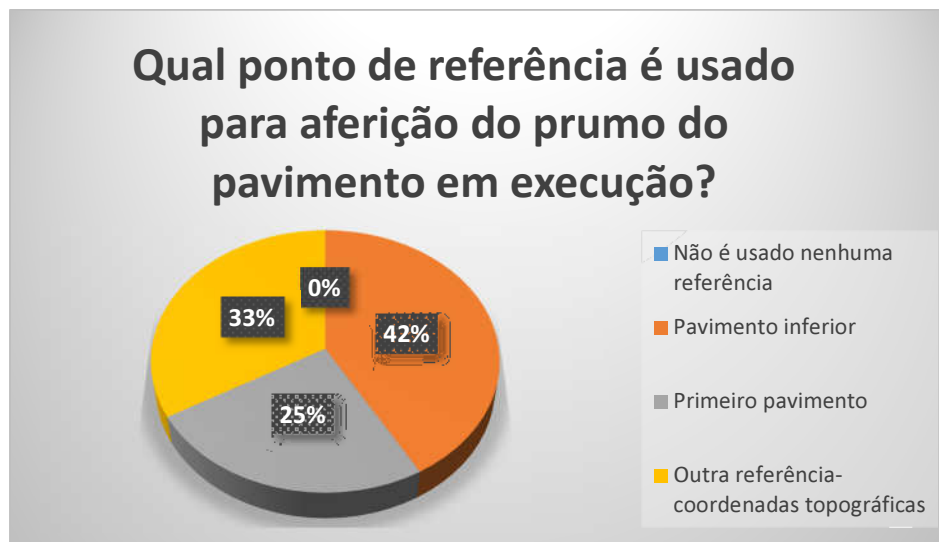


Figura 2 – Resultado da Pesquisa – Questão 1

Fonte: Autoria própria

Nesta questão é possível verificar como cada construtora afere o prumo dos pavimentos em execução. Foram dadas quatro opções de respostas sendo elas: não é usado nenhuma referência; pavimento inferior; primeiro pavimento e outra referência onde se deu o espaço para o entrevistado citar qual outra referência.

Analisando a figura pode-se verificar que nenhum dos entrevistados marcaram a primeira opção ficando com 0%, onde não é utilizado nenhum ponto de referência pois com isso ficaria impossível executar a superestrutura dentro de um padrão de qualidade e segurança.

Observa-se que a opção em que se tem como referência o prumo do pavimento inferior marcou 42%, assim sendo o método mais utilizado pelas construtoras pesquisadas. Porém como foi exposto anteriormente esse método está em desuso podendo acarretar um grave desvio geométrico da superestrutura mesmo que se tenha um controle de qualidade na execução, visto que existem diversos fatores desfavoráveis nesta prática. Na sua maioria essas falhas são causadas pela imprecisão do fio de prumo, uma vez que esse método tem um baixo nível de confiabilidade no controle geométrico das estruturas de concreto durante a execução da obra, favorecendo o acúmulo de erros que refletem nas espessuras de argamassa, potencializando consumo, perdas e defeitos.

Essa condição favorece o acúmulo de erros e causa variações nas espessuras médias do revestimento de argamassa da fachada, que vão de 26% a 73%, e as espessuras abaixo do intervalo de 2cm a 3 cm, indicado pela NBR13749 (ABNT) como admissíveis para revestimentos externos podendo transformar-se em pontos frágeis que provocarão defeitos, comprometendo a função protetora do revestimento. Enquanto as sobre espessuras, além de representarem perdas de material que variaram de 6% a 39% e riscos de defeitos oriundos de fissuração dos revestimentos e de cargas adicionais na estrutura, são consideradas em muitos estudos como um dos maiores fatores de desperdícios de argamassa.

Como esse método comumente leva ao desaprumo da estrutura a prática de usar a argamassa de reboco como fator corretivo de falhas na planicidade das fachadas virou corriqueiro nos canteiros de obra. As construtoras escolhem este método visando o seu baixo custo e rapidez na execução, não levando em consideração que esta suposta economia pode sair mais cara com retrabalhos futuros consumindo mais mão de obra e materiais que o previsto, refletindo assim no orçamento e cronograma da obra.

A outra opção dada foi aquela se tem como ponto de referência o primeiro pavimento, que marcou apenas 25% dos votos. Este método e o primeiro utilizam os mesmos materiais para sua execução, o que muda é apenas o ponto de referência, segundo (BARROS) apesar de mais confiável requer uma mão de obra especializada e materiais de qualidade, visto o controle geométrico das superfícies do pilares e fachadas é feito pelo fio de prumo, construído com arames presos em uma das extremidades a hastes metálicas ou de madeira alocadas na cobertura da edificação e na outra ponta fixo a pesos normalmente feitos de corpo de prova de concreto ou lata de tinta preenchida com concreto para tencionar o fio de arame e garantir o alinhamento.

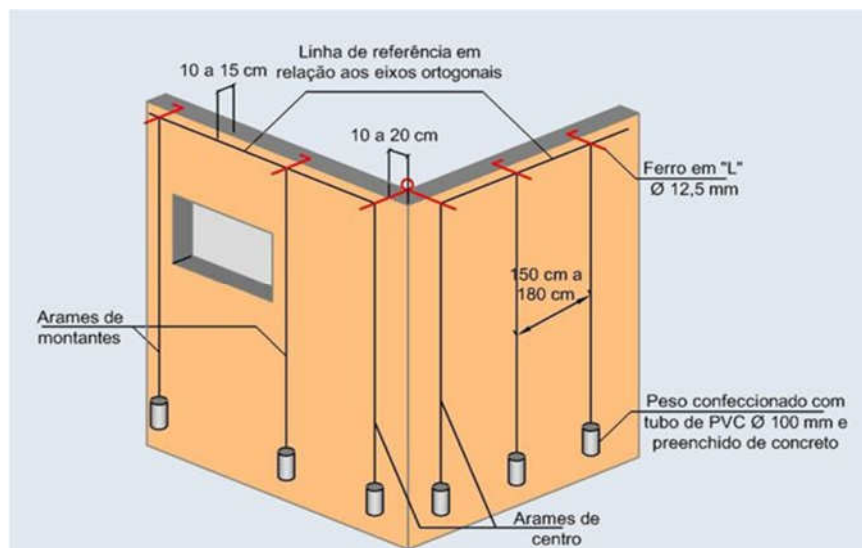


Figura 3- Disposição de linhas de prumo

Fonte: <http://techne17.pini.com.br>

Essa técnica obsoleta é utilizada para aferir o alinhamento e nivelamento das fôrmas de concretagem de cada pavimento e entre pavimentos, também serve de referência para o mapeamento das espessuras de argamassa na fachada após a execução da alvenaria e, cuja tolerância para desvios (± 15 mm) considerada pela norma ISO 7976-1 é a maior em relação aos demais instrumentos considerados pela mesma norma para a verificação da verticalidade.

Pode-se destacar que esse método requer um controle de qualidade maior durante a execução e uma mão de obra mais qualificada, visto que qualquer desvio pode acarretar um acúmulo de erros. Ponderando todos esses pontos muitas construtoras optam por esse método que apesar de ser mais caro e um pouco mais complexo que o método apresentado anteriormente é mais barato que outros que utilizam equipamentos de precisão topográfica.

A última alternativa é aquela em que o entrevistado poderia citar outra referência, caso as outras não fossem utilizadas na sua obra. Com isso 33% a marcaram, eles citaram o mesmo método, que é a utilização de equipamentos topográficos tomando como referência pontos fixos fora da edificação.

O surgimento de métodos de medição por laser para uma vasta gama de aplicações nos últimos anos, estimulado por necessidades específicas, contribuiu para a disponibilização de diferentes tipos de equipamentos no

mercado. Associado ao amadurecimento da tecnologia, tornou possível a execução de procedimentos no campo em um tempo relativamente curto e, embora os custos de equipamentos ainda representem uma restrição, não é impedimento para suas aplicações em obra. Como demonstrado na figura 5 ele ficou em segundo lugar, perdendo apenas para a utilização da linha de prumo, tomando como ponto de referência do pavimento inferior, isso mostra que a introdução destes equipamentos em obras é uma tendência.

Contudo o resultado da pesquisa contradiz essa afirmação, pois foi observado que o método ainda enfrenta alguma resistência, principalmente em pequenas e médias construtoras, tanto por conta de seu custo quanto pelo proprietário ter uma cultura resistente a novas tecnologias e mudanças de métodos de execução.

Analisando como um todo a questão pode-se concluir que a maior parte das construtoras entrevistadas ainda usa o método mais antigo para a execução e conferência do prumo da superestrutura, porém em segundo lugar vem a utilização de equipamentos topográficos de precisão mostrando que existe uma tendência para a migração para esse método. Entretanto o mercado é implacável, vai se afunilando e quem não se adaptar fica para trás, uma vez as construtoras que adotarem um método mais eficiente e eficaz irá baixar seu índice de erros e conseqüentemente irá melhorar a qualidade dos seus empreendimentos, baixar o custo e executar a obra dentro do prazo.

4.2 Quais profissionais executam esse trabalho?

Essa questão é relacionada a pergunta anterior, tem o objetivo saber qual profissional executa o trabalho de conferência do prumo da superestrutura, com o intuito de fazer uma correlação se existe uma ligação entre os profissionais que executam o serviço e a qualidade do mesmo. Foram dadas as três opções de respostas sendo elas: empreiteiros; mão de obra própria e outros, podendo o entrevistado citar quem executa esse serviço, todos que marcaram essa opção citaram o topógrafo. Segue os resultados conforme figura 4.



Figura 4 – Resultado da Pesquisa – Questão 2

Fonte: Autoria própria

Analisando a figura 4 pode-se observar que apenas 6% dos entrevistados marcaram a opção “outro” e todos citaram o topógrafo como o executor. Fazendo um paralelo com a questão número 1 onde 33% dos entrevistados responderam que usam como referência coordenadas topográficas, assim deve-se concluir que algumas construtoras optam por executar esse serviço com mão de obra própria. Para tomar essa decisão o gestor deve ponderar diversos pontos, levando em consideração que deve ser utilizada uma mão de obra especializada, uma vez que o trabalho é feito com equipamentos de alta tecnologia que grande parte das construtoras não possuem, esses devem ser manuseados por especialistas utilizando técnicas específicas da topografia, deve-se levar em consideração também que o serviço não é necessário durante todo período da obra. É importante observar que contratando um topógrafo ele irá fornecer todo equipamento necessário apenas no período específico, já tendo todo conhecimento necessário para executar o trabalho com qualidade.

Com um olhar mais analítico na figura 4 verifica-se que as opções em que são utilizadas mão de obra própria e empreiteiros empatam com 47%, apesar da terceirização ser uma tendência na construção civil a porcentagem que utilizam mão de obra própria é grande dentre os entrevistados, porém isso é reflexo dos métodos mais utilizados para aferição do prumo detectado na

primeira questão, onde tanto o método em que o prumo é tomado como referência no pavimento inferior quanto onde é tomado como referência no primeiro pavimento utilizam a linha de prumo, como esses métodos não utilizam grandes tecnologias não exigem muita especialização da mão de obra, com isso as construtoras ainda preferem treinar seus funcionários ou contratar um empreiteiro mais barato para executar o trabalho.

4.3 Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para aferição do prumo?

Essa questão tem o intuito de verificar se as ferramentas e equipamentos utilizados na aferição do prumo são de qualidade e dão um nível de confiança e assertividade satisfatório. Foi verificado anteriormente que os métodos mais utilizados para aferição do prumo da superestrutura são tendo como referência o pavimento inferior com 42% e utilizando coordenadas topográficas com 33%. Observando estes dados pode-se prever de certa maneira quais ferramentas e equipamentos são utilizados para a execução destas técnicas, porém muitas construtoras desenvolvem métodos próprios para se adaptar a suas necessidades. Com isso esta questão é aberta, dando liberdade ao entrevistado para citar quais ferramentas e equipamentos são utilizados. A figura 5 apresenta os resultados obtidos.

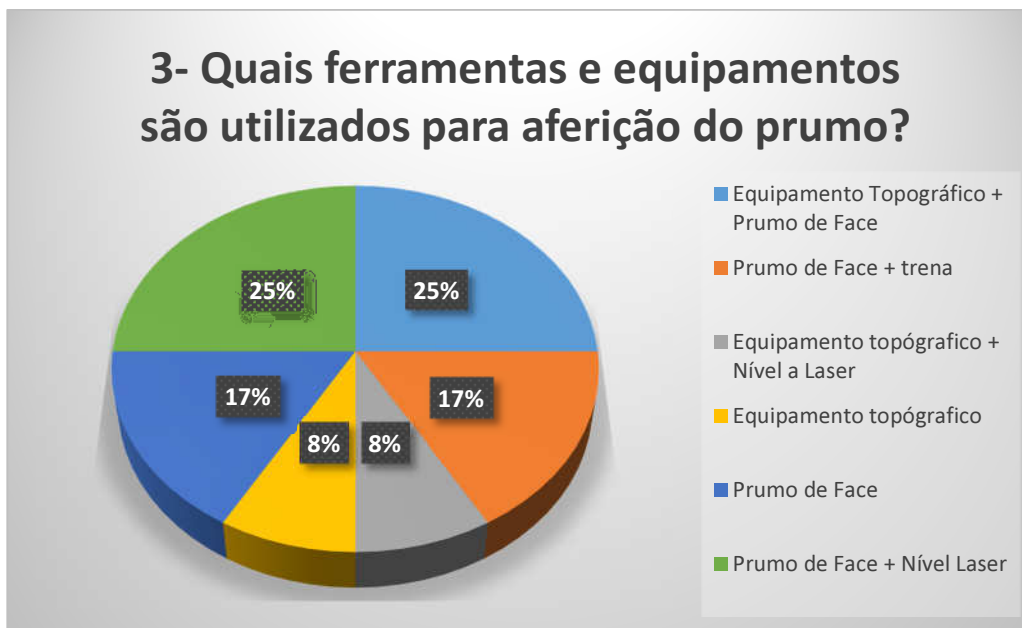


Figura 5 – Resultado da Pesquisa – Questão 3

Fonte: Autoria própria

Mesmo sendo uma questão aberta se obteve apenas seis variações de respostas, sendo que dentre elas existem combinações de equipamentos em que o engenheiro optou por usar mais de um para a execução e aferição do prumo da superestrutura, isso indica que é uma maneira de conferência e garantia na qualidade do serviço.

Conforme a figura 5, um dos equipamentos mais citados é a combinação do prumo de face e nível a laser com 25%. Isso é esperado, uma vez que a porcentagem somada das construtoras que utilizam como referência o primeiro pavimento e o inferior é de 67% com isso elas obrigatoriamente tem que utilizar o prumo de face. Essa combinação traz mais confiabilidade que a superestrutura que vai ser executada dentro do prumo, uma vez que os engenheiros combinaram dois equipamentos, em que um tem a função de conferir o resultado do outro. Observa-se também que ficou com 25% a combinação do equipamento topográfico (teodolito, estação total) com o prumo de face, podemos notar que mais uma vez o engenheiro busca a combinação para trazer mais confiabilidade e diminuir os riscos da superestrutura sair do prumo.

Contudo 17% das construtoras optaram pela utilização apenas do prumo de face ou a combinação prumo de face com trena, esses equipamentos tem um nível de confiança mais baixo do que outros apresentados e isso pode levar a

um desvio geométrico considerável. Para isso não ocorrer eles devem ser executados com excelência e com um controle de qualidade mais rigoroso, ainda mais se o ponto de referência para a aferição do prumo for o primeiro pavimento. A combinação da escolha de equipamentos com nível de precisão baixa com um método de execução antiquado é a receita para uma superestrutura fora do prumo.

Por último nota-se que apenas 8% disseram que utilizam apenas equipamento topográfico (teodolito, estação total) ou o mesmo combinado com o nível a laser, que apesar de ambos ter um nível de precisão grande apenas alguns engenheiros optaram por utilizá-los.

4.4 Em quais momentos da obra é aferido o prumo do prédio?

A questão 4 demonstrada na figura 6 tem o objetivo de verificar o nível de engajamento da empresa para o controle de qualidade do prumo do prédio, visto que não existe uma norma dizendo em qual momento deve-se aferir o prumo, com isso cada construtora tem seus próprios procedimentos internos, que definem quando a equipe deve verificar a prumagem do prédio. Desta forma os dados foram extraídos sem considerar quais e sim em quantas etapas é aferido o prumo do prédio.

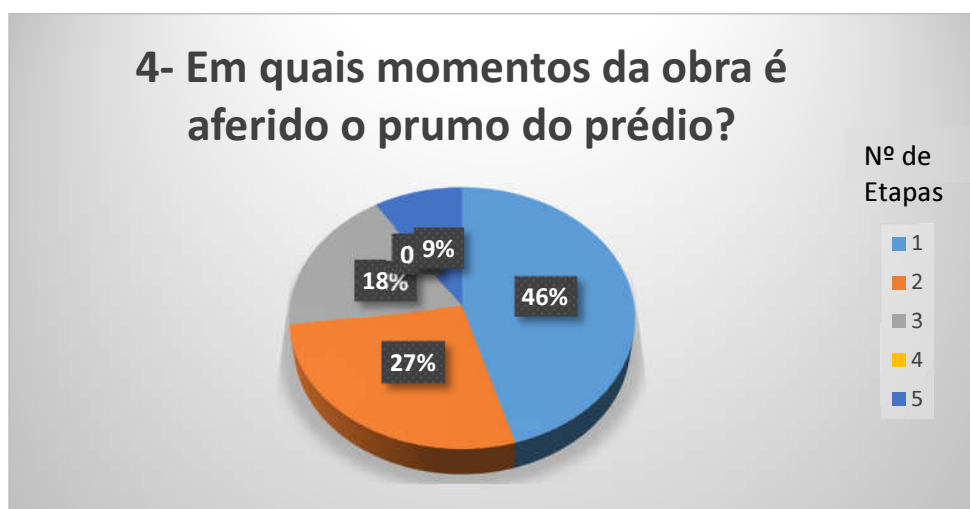


Figura 6 – Resultado da Pesquisa – Questão 4

Fonte: Autoria própria

A tabela 4 traz a relação das etapas em que as construtoras realizam o controle do prumo do prédio.

Nº Etapas	Etapas em que se afere o prumo
1	Antes da concretagem de cada pavimento.
2	Locação dos Pilares, após a concretagem.
3	Execução da estrutura, alvenaria e revestimento externo.
4	-
5	Locação dos pilares, todas as formas, pós concretagens, alvenarias, taliscamento e emboço externo

Tabela 4 – Resultado da Pesquisa – Questão 4

Fonte: Autoria própria

Como pode-se observar na figura 6, 46% dos entrevistados disseram que apenas em uma etapa da construção eles aferem o prumo, seguido por 27% em duas etapas, 18% três e apenas 9% aferem o prumo em 5 etapas. Isso mostra que as construtoras ainda não dão a importância devida ao controle do prumo do prédio.

Fazendo um correlação entre a figura 6 e a tabela 4, nota-se que a maioria das construtoras realizam a conferência do prumo apenas antes da concretagem de cada pavimento, essa prática em conjunto com outras expostas anteriormente pode aumentar consideravelmente o risco de a estrutura sair do prumo, gerando um desvio geométrico considerável. Por outro lado poucas construtoras adotam um perfil mais conservador e realizam a conferência do prumo em três ou cinco momentos, desta forma mitigando cada vez mais o risco da estrutura sair do prumo.

4.5 Qual método é utilizado para transferência dos eixos coordenados para laje em execução?

A transferência do eixo corretamente é de suma importância para garantir um estrutura dentro do prumo, pois qualquer erro pode ser acumulado na medida em que o prédio vai crescendo. Pode-se transferir o eixo por meio de equipamentos topográficos ou usando prumo de centro, para tomar essa decisão o engenheiro deve levar em consideração que com a utilização do equipamento topográfico o trabalho fica mais seguro e rápido contudo seu custo é maior, já o prumo de centro é um trabalho mais passado que os riscos da estrutura sair do prumo é maior, porém é mais barato, e se executado com perfeição a estrutura sairá dentro do planejado. Os resultados são apresentados na figura 7.

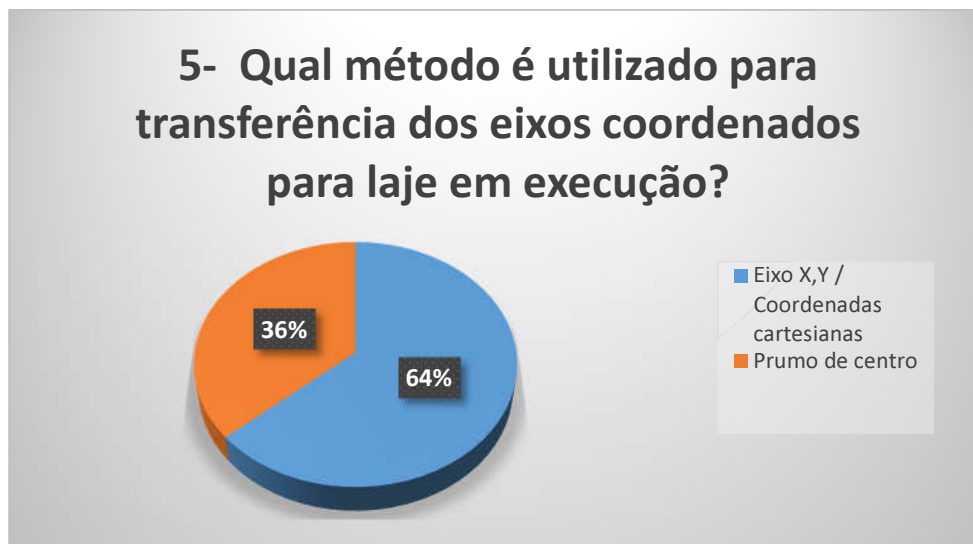


Figura 7 – Resultado da Pesquisa – Questão 5

Fonte: Autoria própria

Conforme visto na figura 7, a maioria dos entrevistados com 64% transferem o eixo para laje em execução utilizando o eixo X,Y e coordenadas cartesianas com auxílio de equipamentos topográficos, isso mostra que nesse requisito os engenheiros optaram pelo método mais seguro e confiável. Já 36% optaram na transferência do eixo com a utilização do prumo de centro que apesar de ser menos preciso que o anterior se for executado seguindo corretamente todos procedimentos pode se tornar bastante confiável.

4.6 Quais profissionais fazem esse trabalho?

A transferência de eixo de um edifício não pode ser executada por qualquer equipe, deve-se colocar mão de obra qualificada a fim de garantir a qualidade do serviço. A questão 6 é complementar a questão 5, pois ela tem por finalidade verificar quais profissionais executam o a transferência dos eixos.



Figura 8 – Resultado da Pesquisa – Questão 6

Fonte: Autoria própria

Conforme demonstrado na figura 8, o resultado desta questão foi um tanto quanto inesperado, pois a utilização de empreiteiros e mão de obra própria empataram com 50%, tendo em vista que na questão (5) 64% responderam que utilizam coordenadas cartesianas para transferência do eixo da edificação, e como necessita-se de uma mão de obra mais qualificada para executar e manusear os equipamentos topográficos, a tendência é contratar um empreiteiro especializado que já possua a expertise e os equipamentos para executar o trabalho com eficiência. Contudo 50% dos entrevistados utilizam mão de obra própria, ou seja a construtora já possui os equipamentos necessários para executar o trabalho e treinou seus funcionários para tal. Essa questão não possui uma resposta correta, pois cada construtora deve tomar as decisões baseadas em sua realidade e se adaptar ao seu dia a dia.

4.7 Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para transferência dos eixos?

Continuando ainda na questão da transferência dos eixos, essa questão visa levantar quais ferramentas e equipamentos são utilizados para executar o trabalho. Entretanto o método escolhido reflete diretamente nos equipamentos que serão utilizados, pois, se o engenheiro utilizar o método de coordenadas cartesianas ele necessariamente tem que utilizar um equipamento topográfico para executar o serviço, e isso foi confirmado com o resultado da pesquisa demonstrado na figura 9.

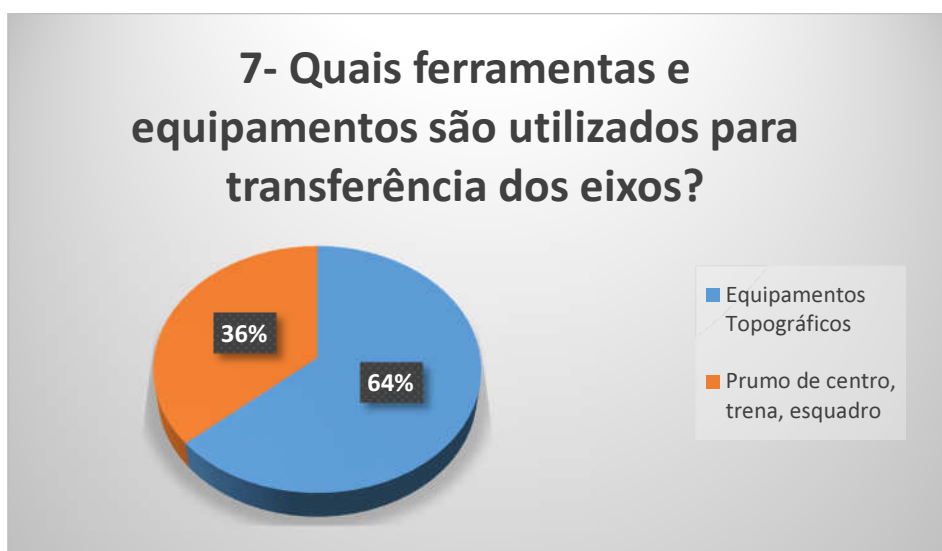


Figura 9 – Resultado da Pesquisa – Questão 7

Fonte: Autoria própria

Como esperado o resultado desta questão foi igual a questão (5) figura 7, em que 64% utilizam equipamentos topográficos, pois eles escolheram o método de coordenada cartesiana verificado na questão (5), da mesma forma 36% utilizam prumo de centro, trena e esquadro para executar o método escolhido. Desta forma é possível observar uma coerência nas respostas do entrevistados e a relevância da questão, pois se os resultados fossem diferentes haveria um conflito de informações, visto que não tem como executar um método utilizando as ferramentas de outro.

4.8 É feito um mapeamento das fachadas?

Esse procedimento de mapear as fachadas é uma etapa importante, apesar de ser executada depois que a superestrutura e a alvenaria estão finalizados, por isso ela deve ser utilizada como uma ferramenta de conferência. Porém o mapeamento é de suma importância para um efetivo controle de qualidade tanto da planicidade da superestrutura quanto da alvenaria, uma vez que ela faz uma medição geral do prumo do edifício, trazendo também uma estimativa do consumo de argamassa no revestimento externo e detalhando quais pontos são mais críticos ao longo da fachada, ou seja onde está com um desvio geométrico maior e necessitará de mais argamassa para cobrir o erro de prumo.

Essa questão busca apenas verificar se os engenheiros executam essa etapa de mapeamento da fachada.



Figura 10 – Resultado da Pesquisa – Questão 8

Fonte: Autoria própria

Os resultados demonstrados na figura 10 são uma surpresa, não pelo fato de a maioria 58% realizam o mapeamento da fachada, mais sim pelo grande número de engenheiros que responderam que não executam esse procedimento, 42%. Diversos fatores podem servir como base para o engenheiro tomar a decisão de não realizar o mapeamento da fachada, cabe a ele ponderá-los trazendo a sua realidade para tomar a decisão correta. Contudo a não

realização deste procedimento traz um menor controle da obra, visto que o mapeamento fornece informações importantes acerca da qualidade da execução, tanto a superestrutura quanto da alvenaria, e isso pode servir como base para corrigir os erros cometido da execução das mesmas.

4.9 Se sim, qual método utilizado?

O objetivo desta questão é descobrir dentre os que responderam que realizam o mapeamento da fachada qual método eles utilizam. A questão foi aberta, contudo foram obtidas apenas três respostas, sendo que 72% utilizam o método do prumo de face, 14% equipamento topográfico e também 14% fazem o mapeamento com o auxílio de drone.

Como esperado a grande maioria dos entrevistados utilizam o prumo de face para mapear a fachada do prédio, que apesar de ser um método antiquado, ainda é o mais barato e que utilizam mão de obra menos qualificada, a utilização de equipamentos topográficos como a estação total era esperado, porém a grande surpresa foi a utilização de drone, uma vez que é uma tecnologia cara que exige mão de obra qualificada, existem poucas empresas especializadas neste serviço com isso tende a ser mais caro. O resultado da pesquisa é apresentada na figura 11.

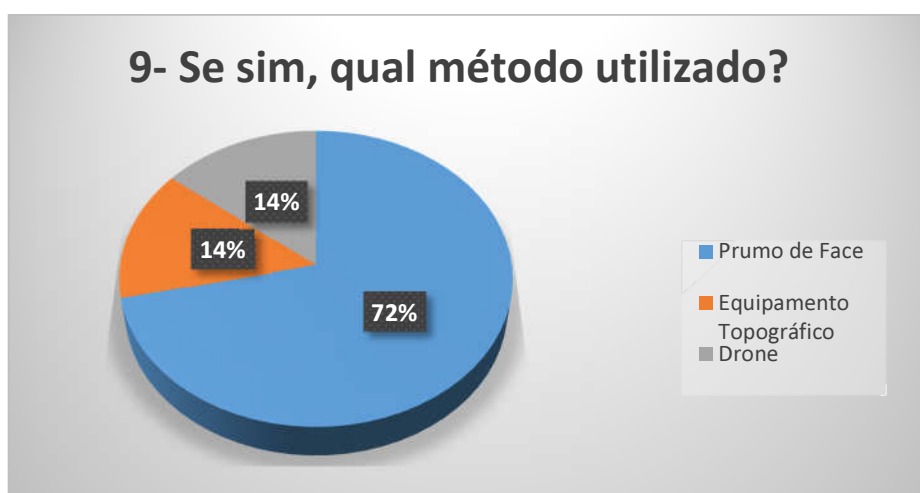


Figura 11– Resultado da Pesquisa – Questão 9

Fonte: Autoria própria

O prumo de face como visto é o método mais utilizado, porém também é o mais ultrapassado. Segundo (TÉCNE, 2014) ele consiste em fixar arames com pesos em suas extremidades na platibanda do edifício, como prumos, que servem como plano de referência. Esses arames, presos em ferros dobrados em forma de "L" e nos chumbadores de aço fixados na platibanda, devem ficar afastados de 10 cm a 15 cm e locados a uma distância entre si de 1,50 m a 1,80 m; devem ser locados também nas quinas externas e cantos internos (afastados de 10 cm a 15 cm do canto ou quina), assim como nas laterais das janelas (arames de montantes). Posicionados os arames, deve-se então efetuar as medições das distâncias destes ao paramento externo (base do revestimento) por meio de trena metálica e, em seguida, fazer o registro desse valor, em milímetros, no mapa da fachada, sob a forma de planilha. As leituras devem ser feitas à meia altura em relação ao pé-direito do pavimento, na alvenaria e em pontos localizados nas vigas. Conforme a figura 12.

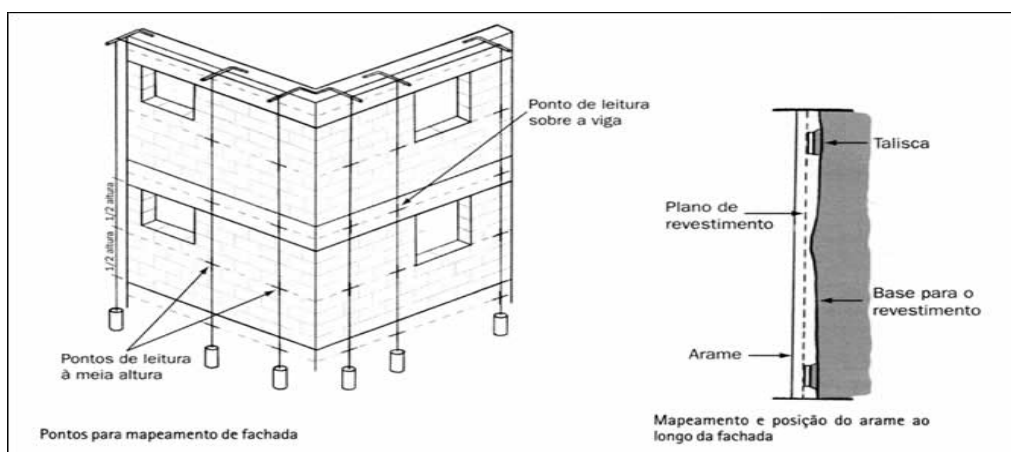


Figura 12- mapeamento de fachada com prumo de face

Fonte: <http://techne17.pini.com.br>

Conforme figura 11 a utilização dos equipamentos topográficos obteve 14% do votos, existem vários aparelhos no mercado porém o objetivo deles é o mesmo, melhorar e otimizar os resultados obtidos com os métodos convencionais. Os equipamentos são de alta precisão e detalhamento nos levantamentos tridimensionais, proporcionando baixo índice de erros. Eles emitem feixes de laser que a partir do retorno das ondas refletidas, o aparelho calcula a distância de cada ponto, gerando suas coordenadas tridimensionais e

definindo, assim, uma superfície. Todos os pontos captados pelo aparelho são armazenados e, com o auxílio de um programa específico, a nuvem de pontos é processada, gerando o modelo tridimensional do objeto levantado. Conforme figura 13.

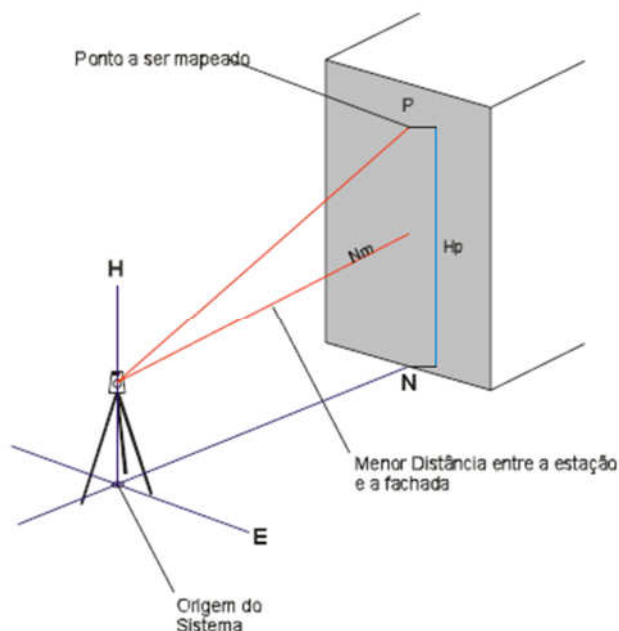


Figura 13- mapeamento de fachada com laser

Fonte: Barros (2001)

A grande surpresa foi a utilização de drones para mapear a fachada do prédio, visto que ainda é uma tecnologia nova e conseqüentemente mais cara, porém o maior benefício deste método é a rapidez de execução. O método é o mesmo utilizado nos equipamentos que são dispostos no chão, porém esses equipamentos tem a limitação de somente poder retornar dados de objetos que estão na sua linha de visão, onde descontinuidade e obstáculos impedem a leitura do equipamento. Como no drone toda tecnologia é embarcada esse problema é contornado, uma vez que ele pode se deslocar para buscar o melhor ponto para capturar todos os detalhes da fachada, com isso a rapidez e eficiência é maior. O resultado da varredura a laser embarcado no drone gera uma "nuvem de pontos", conjunto de pontos como um arquivo de dados em um sistema de coordenadas tridimensional (X, Y e Z), representando a superfície externa de objetos, que depois de capturados por um escâner a laser pode ser processada e combinada em modelos 3D. Conforme figura 14.

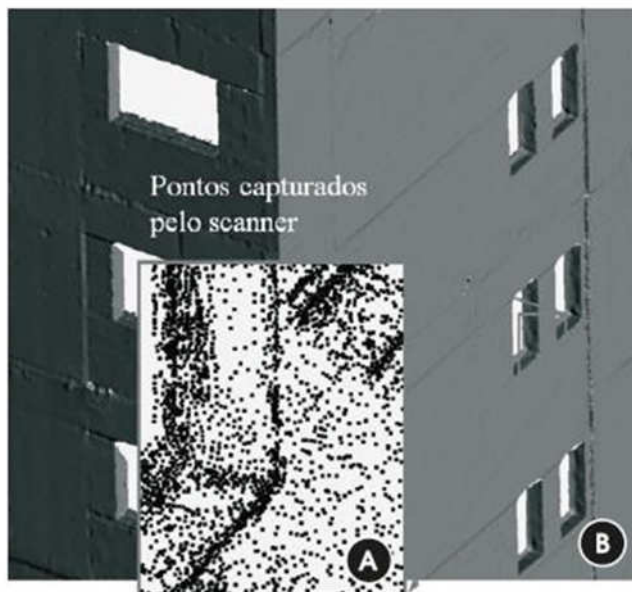


Figura 14- nuvem de pontos capturada pelo laser

Fonte: Barros (2001)

4.10 Qual é o procedimento caso seja detectado o desaprumo do prédio?

Essa questão tem a finalidade de descobrir quais técnicas e procedimentos são adotados pelos engenheiros caso seja detectado o desaprumo no prédio, sem levar em consideração o nível do desvio geométrico, pois a técnica para correção pode mudar conforme o nível de inclinação do prédio, com isso a questão foi elaborada aberta dando liberdade aos entrevistados.

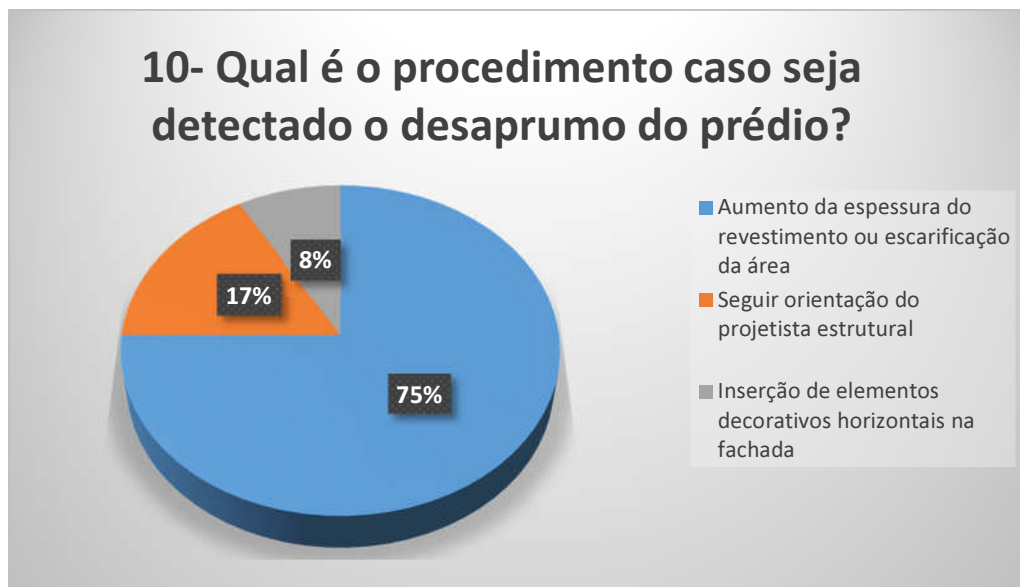


Figura 15– Resultado da Pesquisa – Questão 10

Fonte: Autoria própria

Como pode-se observar na figura 15 o procedimento mais utilizado pelos engenheiros é tirar a diferença do desaprumo com o aumento da espessura da argamassa do revestimento externo e/ou a escarificação da área com 75%. A espessura do revestimento vai variar conforme o desvio geométrico da estrutura, contudo o engenheiro deve-se atentar para o estudo de mapeamento da fachada e identificar os pontos críticos, pois locais que necessitam de mais que 5cm de argamassa deve ser executado com telas galvanizadas fixadas com pinos de aço no meio conforme figura 16, esse procedimento também deve ser executado nas junções entre alvenaria e estrutura de concreto, isso irá evitar o destacamento da fachada.

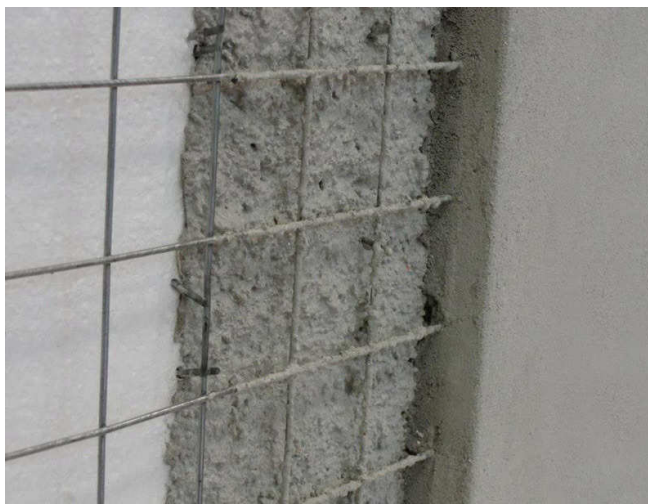


Figura 16 – Argamassa sobre tela de reforço

Fonte: www.teciam.com.br

Já 17% dos entrevistados disseram que caso seja detectado algum desaprumo do prédio, estes iriam consultar o projetista da estrutura e tomar providências segundo suas orientações. Neste caso o projetista estrutural deve analisar o tamanho do desvio geométrico da estrutura observando seus pontos críticos ponderando se pode de alguma forma comprometer a estrutura, para assim indicar o melhor método para cobrir o desaprumo do prédio.

A inserção de elementos decorativos horizontais na fachada ficou com 8%, essa solução ainda é pouco usual entre os engenheiros e nem sempre é bem vista pelos arquitetos. Pois pode-se transformar uma fachada desaprumada em vários panos verticais mais finos quando comparados a um único pano plenamente vertical.

4.11 É feito algum controle de qualidade nas peças (madeira para formas) recebidas?

Como qualquer material que chegue na obra as peças de madeiras que vão ser transformadas em fôrmas para os elementos estruturais devem passar por controle de qualidade, para garantir que atendem os requisitos mínimos de qualidade para que assim não possam gerar uma não conformidade no decorrer do processo. Como visto na figura 17 é possível verificar que a grande maioria das construtoras 75% fazem um controle de qualidade nas peças que chegam, porém 25% escolheram não fazer essa conferência.

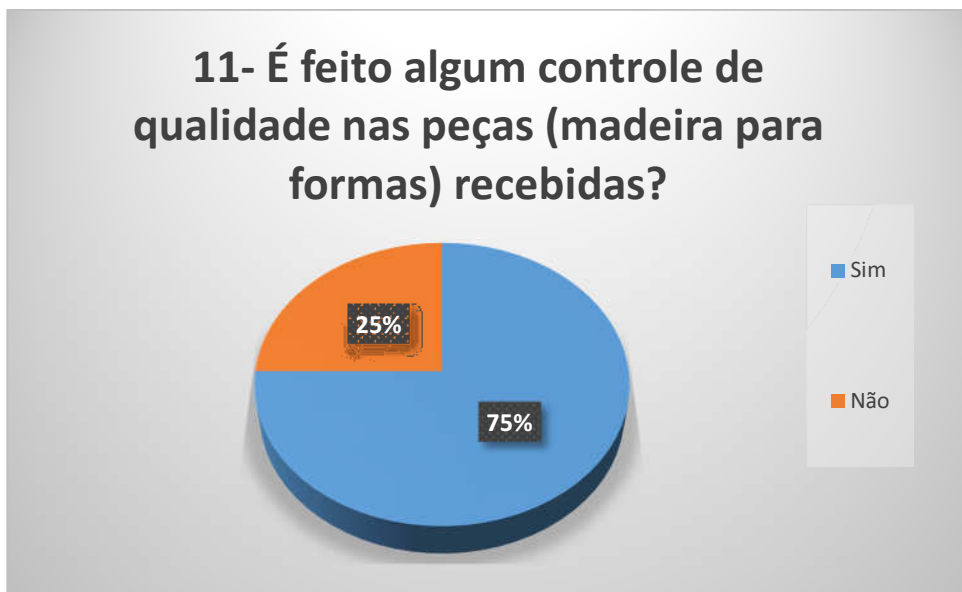


Figura 17 – Resultado da Pesquisa – Questão 11

Fonte: Autoria própria

As peças de madeira brutas devem ser de qualidade pois senão as fôrmas não vão atender os requisitos estabelecidos pela NBR 15696-2009:

- a) Ter rigidez para assegurar o formato e as dimensões das peças da estrutura projetada, respeitando minimamente as tolerâncias indicadas em 9.2.4 da ABNT NBR 14931:2003
- b) 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.

Porém algumas construtoras optam por não fazer esse controle de qualidade nas peças que chegam na obra. Pois o volume de peças que é grande e eventuais empenos de madeira causam erros muito pontuais, flechas muito pequenas e pontuais, que não refletem de modo geral erros grosseiros no conjunto.

4.12 Se sim, quais itens são verificados?

A questão 12 representada pela figura 18 tem como objetivo verificar quais itens são conferidos nas peças de madeira recebidas na obra. Lembrando que 75% dos entrevistados disseram que fazem algum tipo de conferência.

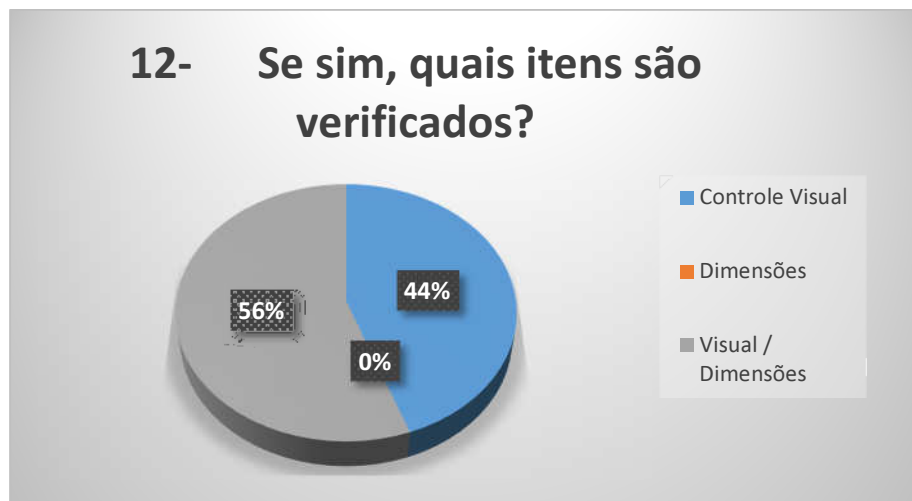


Figura 18 – Resultado da Pesquisa – Questão 12

Fonte: Autoria própria

Observando os resultados apresentados na figura 18, nota-se que a grande maioria dos entrevistados fazem a verificação de visual e das dimensões das peças de madeira, já apenas 44% fazem a conferência apenas visual. Também observa-se que nenhum entrevistado respondeu que apenas é verificada as dimensões das peças, uma vez que a inspeção visual é automática na hora do recebimento.

A inspeção visual consiste em observar se as peças estão livres de rachaduras ou lascas, furos, ondulações, descolamento das lâminas, bordas sem tratamento, presença de umidade e a quantidade de nós existente nas peças. Já a conferência das dimensões consiste em verificar a largura, comprimento, espessura, esquadro, planicidade e o número de lâminas das chapas. A verificação das dimensões das peças é feita por amostragem, visto que se torna inviável a conferência de todas as peças que chegam no canteiro de obra.

4.13 Existe um projeto de fôrmas?

O projeto de fôrmas traz uma segurança maior para a execução da superestrutura, combinado com outros fatores garante que o elemento estrutural tenha as características desejadas no projeto estrutural e também uma montagem das fôrmas com qualidade e sem retrabalho. O projeto de fôrmas está a cada dia mais comum nas obras, pois além de diminuir o risco da

superestrutura sair do prumo ele reduz perdas e otimiza os recursos. O projeto tem a finalidade de racionalizar o uso da fôrma de madeira, ou seja a otimização pois a madeira dificilmente é reaproveitada se caso ocorrer um erro de execução.

Com isso a questão 13 representada na figura 19 busca descobrir se nas obras dos entrevistados existe um projeto de fôrmas.

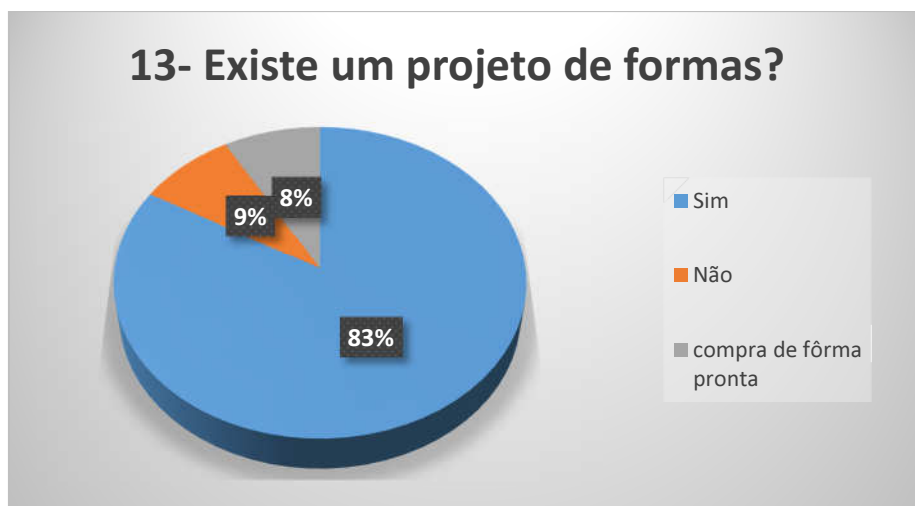


Figura 19 – Resultado da Pesquisa – Questão 13

Fonte: Autoria própria

Nota-se na figura 19 que a maioria 83% dos entrevistados utilizam um projeto de fôrma em suas obras. Esse dado traz à tona ascensão que esse projeto está tendo nas construtoras, visto que pouco tempo atrás o projeto de fôrma era sinônimo de gasto desnecessário, porém os gestores de obras viram que não representa um custo adicional e sim um investimento que assegura economias futuras.

Foi observado também que 8% dos entrevistados optaram por não ter projetos de fôrma e sim já comprar a fôrma montada ou seja pré-fabricada, essa pode ser uma saída eficiente para redução de retrabalhos e garantia na qualidade das fôrmas, uma vez que o engenheiro terceiriza a responsabilidade da compra das peças de madeira e montagem das fôrmas conforme o projeto estrutural, com isso ele pode exigir e cobrar do fornecedor caso não seja atingida a qualidade esperada. Porém como foi visto essa prática ainda é pouco usual no Brasil.

Na contra mão da produtividade 9% dos entrevistados disseram que não utilizam nenhum projeto de fôrma para executar a superestrutura do prédio, isso quer dizer que os carpinteiros montam as fôrmas utilizando apenas o projeto estrutural. O que pode acarretar uma série de consequências negativas como desperdício, retrabalho e má qualidade das peças, visto que a possibilidade de erro é maior, uma vez que o engenheiro depende de modo completo da expertise do carpinteiro para a montagem da fôrma conforme o especificado no projeto estrutural.

4.14 Quais profissionais são responsáveis pela construção, execução e remoção das fôrmas?

De nada adianta ter um projeto de fôrma bem elaborado se a mão de obra não for qualificada, pois para executar as fôrmas conforme o projetado os profissionais devem ter habilidades técnicas específicas para poder ler e interpretar o mesmo. Com isso as construtoras tem a opção de terceirizar a responsabilidade e contratar empreiteiros que já possuem a expertise necessária para executar o trabalho, porém isso tem um custo maior. Ou existe a opção de contratar e treinar os funcionários da própria construtora, levando em consideração os custos com o treinamento e a rotatividade da obra. Desta forma o engenheiro deve levar em consideração todos esses fatores antes de tomar essa decisão.

Foi levantado na questão 14, figura 20 que 62% dos entrevistados preferem contratar empreiteiros para executar o projeto de fôrma, essa tendência vem crescendo dentro das construtoras e incorporadoras não tão somente para execução deste serviço mais sim em diversos outros. Essa modalidade traz uma agilidade e qualidade maior na construção, visto que os empreiteiros já são especialistas em suas atividades e com isso a construtora pode focar seus esforços na gestão da obra.

Contudo a figura 20 mostra que 38% dos entrevistados ainda utilizam mão de obra própria para execução do projeto de fôrma, essa decisão deve ser considerada observando a realidade de cada obra levando em consideração principalmente o orçamento e a qualidade da mão de obra disponível na construtora, pois executar a fôrma com profissionais pouco qualificados pode

comprometer a qualidade da estrutura de concreto e conseqüentemente auxiliar para o desaprumo do prédio.

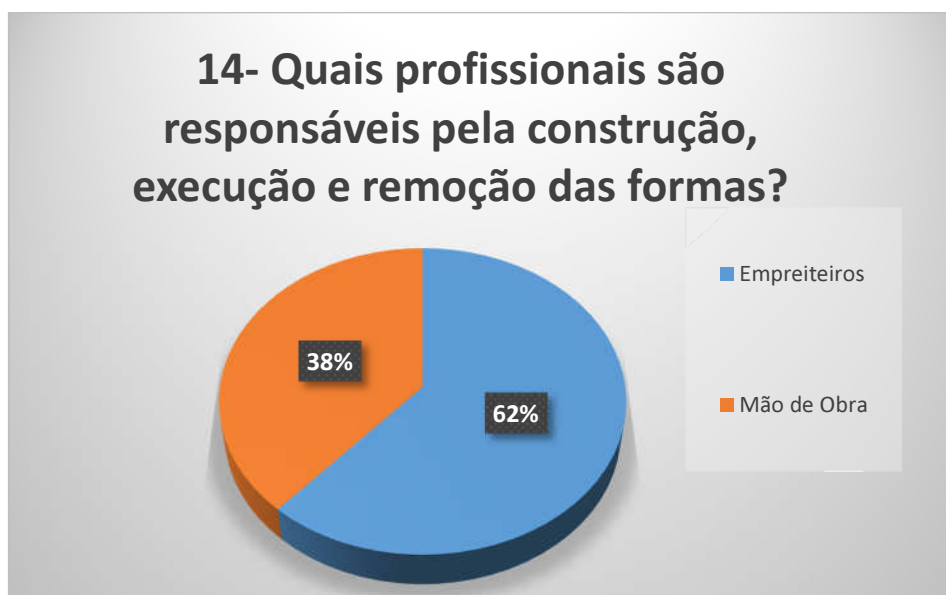


Figura 20 – Resultado da Pesquisa – Questão 14

Fonte: Autoria própria

4.15 É feito um controle de qualidade (checklist) nas fôrmas antes da concretagem?

A questão 15 aborda a utilização de uma ferramenta da qualidade “checklist”, no controle da produção das fôrmas, em sua tradução ao pé da letra checklist é uma lista de checagem, onde é possível realizar uma verificação de acordo com o planejado passo a passo de todos serviços que devem ser executados em determinada tarefa. Sem o checklist as chances de um erro passar despercebido é maior, uma vez que ele é aplicado depois que finaliza a tarefa com o intuito de não deixar passar nenhum erro de execução garantindo assim que o serviço esteja de conforme o planejado.

Em uma obra é de suma importância a utilização de checklists em todas as suas atividades, a questão 15, figura 21 quer saber dos entrevistados se eles fazem um checklist para conferência das fôrmas que moldam o concreto armado da superestrutura, por ser um trabalho que existem várias etapas e que as vezes é executado por mais de uma pessoa, as chances de um erro ser cometido é

grande, com isso a aplicação do checklist é de suma importância para garantir a qualidade e o prumo da estrutura.

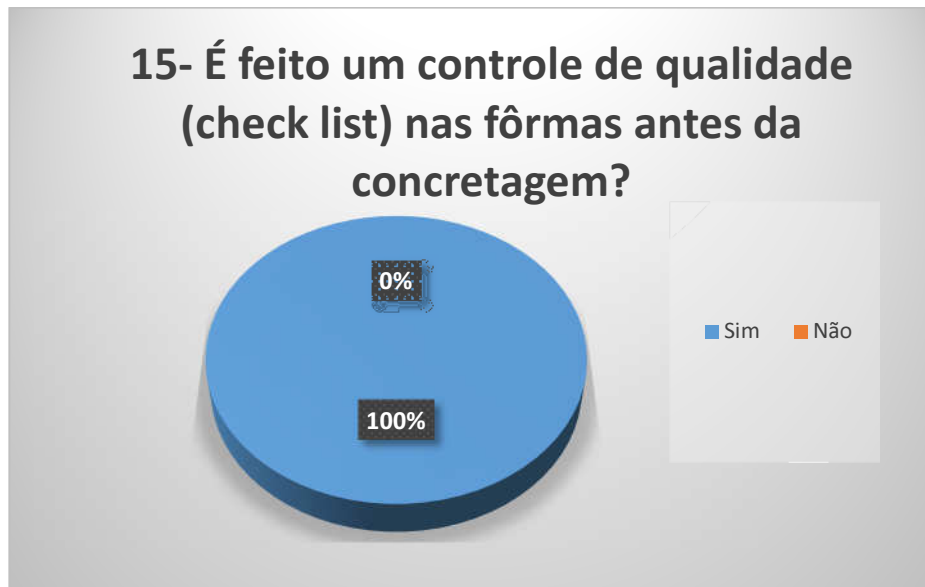


Figura 21 – Resultado da Pesquisa – Questão 15

Fonte: Autoria própria

Conforme a figura 21, nota-se que 100% dos entrevistados responderam que é feito um controle de qualidade aplicando um checklist nas fôrmas de madeira antes da concretagem, esse resultado confirma a importância da aplicação desta ferramenta no controle de qualidade dos trabalhos em obra. Utilizando o checklist nesta etapa o engenheiro mitiga o risco de concretar uma fôrma fora do prumo e que em conjunto com outros procedimentos contribui para que a superestrutura seja executada dentro do prumo planejado.

4.16 Se sim, qual é o profissional responsável?

Como foi visto todos engenheiros responderam que realizam um checklist para liberação da fôrma para concretagem, com isso as chances de um erro de montagem da fôrma passar despercebido é menor, contudo o profissional que executa essa conferência deve ter conhecimento técnico suficiente para tal, uma vez que de nada adianta ter a ferramenta certa e aplicá-la de forma errada. O profissional que for conferir o trabalho deve passar por treinamento ou já ter uma

vasta experiência na área, que apesar de ter em mãos uma lista com todos os itens que devem ser checados o profissional tem que ter o *feeling*, ou seja ele deve conhecer a fundo todas as etapas do processo de montagem de fôrma para que assim qualquer coisa que fuja do padrão salte aos seus olhos, mesmo que isso não esteja previsto no checklist.

Neste sentido a questão 16 figura 22, tem o objetivo de descobrir quais profissionais executam esse trabalho de conferência, a questão foi elaborada de forma aberta com a finalidade de dar liberdade aos entrevistados.



Figura 22 – Resultado da Pesquisa – Questão 16

Fonte: Autoria própria

A questão trouxe 6 respostas diferentes, contudo os profissionais menos citados com 5% foram; Engenheiro civil visto que esse profissional acumula muitas tarefas em seu dia a dia na obra, com isso ele acaba delegando essa conferência para outra pessoa, sendo então que poucas construtoras ainda utilizam esse profissional para executar este trabalho e o empreiteiro, a prática de deixar o próprio empreiteiro que executou o trabalho fazer a conferência do serviço não é recomendada, pois a conferência deve ser feita por um profissional que tenha um olhar crítico, logo o empreiteiro não tem essa visão, pois ele não vai querer dar uma não conformidade em seu serviço, ter que refazer e ainda talvez atrasar sua própria medição.

O assistente ou equipe de qualidade teve 16% das respostas, não é um número considerável, uma vez que apenas grandes construtoras possuem uma equipe específica para cuidar da qualidade e conferir todos os trabalhos, visto que na maioria das empresas os profissionais acabam acumulando funções.

Os profissionais mais citados foram o estagiário com 32% e o mestre de obras com 42%, são dois cargos de confiança do engenheiro, apesar de que o estagiário tem pouca experiência na maioria das vezes ele é treinado pelo mestre de obra ou mesmo pelo engenheiro, assim como ele está no começo de carreira sua vontade de aprender e fazer a coisas certas pode ser maior que outros profissionais. Já o mestre de obra que obteve a maioria das respostas é o “braço direito” do engenheiro, ele é responsável pela qualidade da execução de todos serviços, uma vez que ele lida diretamente com os empreiteiros que executam o trabalho.

4.17 Quais medidas são tomadas caso não estejam dentro do padrão de qualidade?

De acordo o item 4.1.16 questão 16 na figura 22 todos os entrevistados utilizam o checklist para verificar o nível de qualidade das fôrmas e liberar para a concretagem, com isso é inevitável que as não conformidades apareçam. Desta maneira a questão 17 foi elaborada com a finalidade de saber qual o procedimento uma vez detectada uma não conformidade na fôrma a ser concretada.

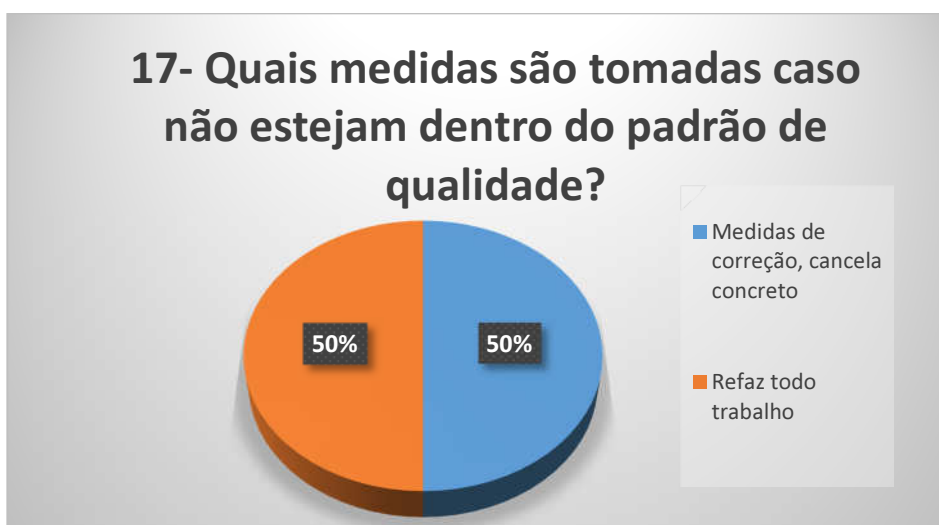


Figura 23 – Resultado da Pesquisa – Questão 17

Fonte: Autoria própria

Observa-se na figura 23 que as medidas tomadas pelas construtoras caso as fôrmas não estejam dentro da qualidade desejada não variam muito, 50% responderam que ao ser detectado a não conformidade são tomadas medidas de correção como nivelamento ou ajustes pontuais com o objetivo de sanar o problema sem maiores intervenções, contudo caso isso não resolva a concretagem é cancelada e a fôrma é toda refeita.

Os outros 50% responderam que mandam refazer todo trabalho a qualquer sinal de não conformidade, para tomar essa decisão é preciso colocar na balança qual a gravidade do erro cometido na montagem da fôrma, se a solução é simples ou não, se vale a pena tentar medidas de correção e correr o risco de não dá certo e de todo jeito ter que refazer o trabalho, assim perdendo mais tempo. Observa-se que essa decisão não deve ter um padrão definido, o engenheiro deve tomar decisão e agir de acordo com cada situação procurando a melhor opção para o momento.

4.18 Qual é o procedimento caso uma fôrma abra durante a concretagem?

Um dos objetivos das várias ferramentas da qualidade apresentadas anteriormente é evitar que ocorra que a fôrma de madeira venha a abrir durante uma concretagem e o nivelamento da estrutura é essencial para que isso não aconteça. Se houver qualquer desnível antes da concretagem, toda a obra ficará “torta”. Para isso não acontecer deve-se voltar a atenção para a qualidade e nivelamento das fôrmas e o cimbramento.

Porém mesmo com todos os procedimentos de qualidade sendo seguidos esse risco não é eliminado de forma total, visto que também deve-se tomar algumas precauções durante o lançamento do concreto. Para a concretagem dos pavimentos superiores é necessário a utilização de uma bomba para lançar o concreto, contudo tem que se redobrar os cuidados para esse procedimento, uma vez que o concreto pode ser lançado com muita pressão e acabar abrindo a fôrma.

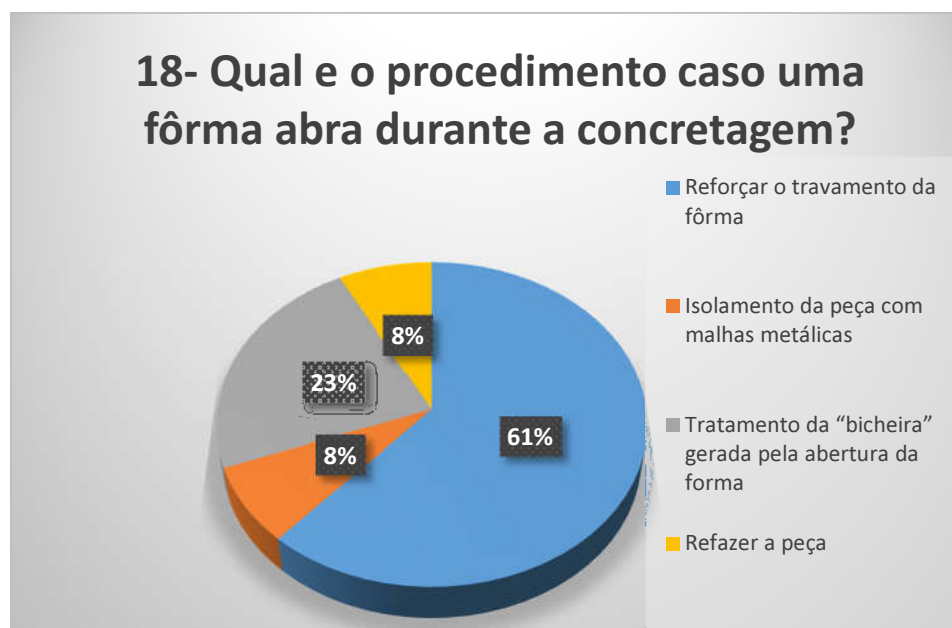


Figura 24 – Resultado da Pesquisa – Questão 18

Fonte: Autoria própria

A questão 18 foi elaborada para respostas aberta e tem por objetivo verificar quais procedimentos são adotados caso uma fôrma abra durante a concretagem de um peça estrutura, visto que o não tratamento adequado desta não conformidade pode gerar o desvio geométrico da superestrutura dentre outras patologias.

Mesmo sendo uma questão aberta foram obtidas apenas quatro variações de respostas, mostrando que muitos procedimentos são padrões nas diversas construtoras.

Duas respostas obtiveram 8% sendo elas: Refazer a peça, esse procedimento resolve o problema uma vez que a peça toda é desmancha e montada novamente, contudo o engenheiro deve avaliar o tempo custo que isso gera, visto que a concretagem está em andamento e o concreto não pode ultrapassar seu tempo de pega; Isolamento da peça com malhas metálicas, esse procedimento mostra-se rápido e eficiente, porém não deve ser utilizado como solução única do problema.

Já 23% dos entrevistados responderam que fazem um tratamento posterior na “bicheira” gerada pela abertura da fôrma. Segundo TANGO (2000) bicheiras ou ninhos de concretagem são falhas ocorridas no momento do adensamento do concreto, resultando em espaços não preenchidos. Esse

procedimento não é eficiente, visto que a patologia já foi causada o tratamento vem apenas para esconder os defeitos estéticos na estrutura, com isso a não conformidade não foi sanada o que pode comprometer a saúde da superestrutura.

A realização do reforço e o travamento da fôrma obteve o maior número de respostas ficando com 61%. Esse procedimento se mostra rápido e eficiente, visto que uma vez detectado a abertura da fôrma os carpinteiros fazem um diagnóstico das causas, para com isso substituir ou reforçando as peças necessárias, sendo assim as demais fôrmas e escoras também são revisadas evitando assim novas aberturas de fôrmas.

4.19 Na sua opinião qual o impacto do desvio geométrico da superestrutura no orçamento e cronograma da obra?

É um fato que o desvio geométrico ou a falta de prumo da superestrutura influenciam diretamente no aumentando do custo e do prazo da obra. A questão 19 vem medir essa perspectiva, questionando os engenheiros entrevistados qual seria o tamanho deste impacto no orçamento e cronograma da obra.

Cada empreendimento tem suas peculiaridades na qual a falta de prumo da superestrutura pode influenciar mais ou menos o custo e prazo final, porém todo gestor de obra sabe que essa questão está também está ligada diretamente com a qualidade e a segurança, pois se a estrutura apresentar um desvio geométrico grande pode trazer vários problemas, como por exemplo a soltura de partes da fachada, sendo a construtora responsável pela decaagem da fachada e execução novamente dentro das normas.

Para isso não acontecer é recomendado que o reboco externo seja executado em camadas, intercalando com tela de reforço como foi citado na capítulo 4.1.10. Em último caso o desvio geométrico grave na estrutura pode causar demandas de ações civis por parte do condomínio, ou em casos extremos até mesmo a morte caso alguma das partes deslocadas caia sobre um condomínio.

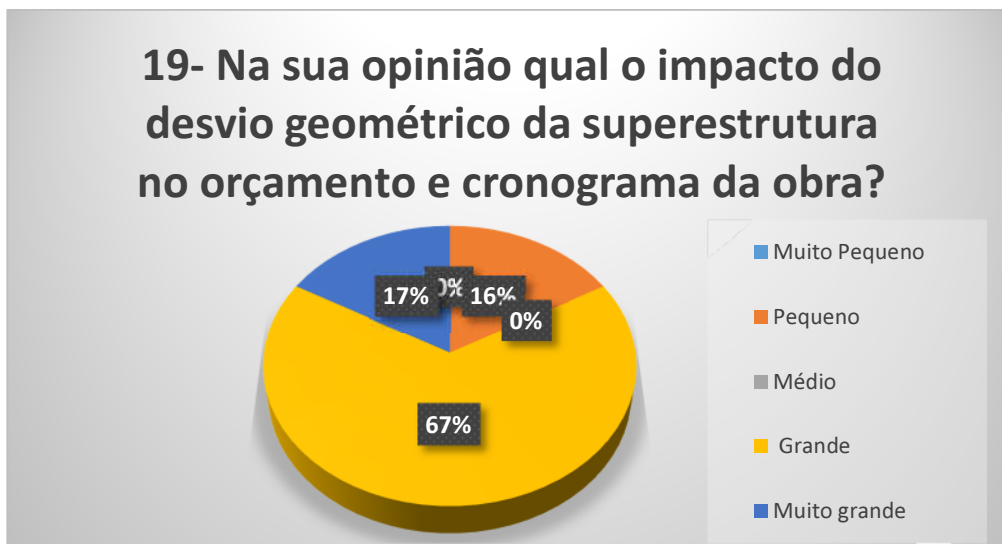


Figura 25 – Resultado da Pesquisa – Questão 19

Fonte: Autoria própria

A figura 25 mostra os resultados da pesquisa, na qual os engenheiros irão expor suas opiniões com relação ao impacto do desvio geométrico no orçamento e no cronograma da obra. Observa-se que 16% e 17% consideram os impactos pequeno e muito grande consequentemente, essa discrepância nas respostas se deve pelo fato de que cada engenheiro vive uma realidade diferente, mesmo que seja em obras parecidas cada construtora tem seus meios de execução e gestão. Assim a forma de tratar as não conformidades podem variar muito de construtora para construtora, consequentemente o impacto pode variar muito na perspectiva de cada empresa.

4.20 Para você quais os principais fatores que causam o desvio geométrico da superestrutura?

A questão 20 tem o intuito de verificar qual a opinião dos engenheiros entrevistados com relação aos principais fatores causadores do desvio geométrico da superestrutura. As causas podem ser diversas e na maioria das vezes e a soma de um conjunto de fatores levam um prédio sair do prumo, esses fatores sempre estão ligados a uma dessas variáveis: métodos, processos, mão de obra e qualidade dos materiais. Neste sentido a pergunta 20 dá a liberdade de que os entrevistados escolham mais de uma opção, assim as respostas vão

estar mais perto da realidade, pois como visto anteriormente, não existe uma causa raiz e sim um conjunto de pequenos erros que levam o desvio geométrico da superestrutura.

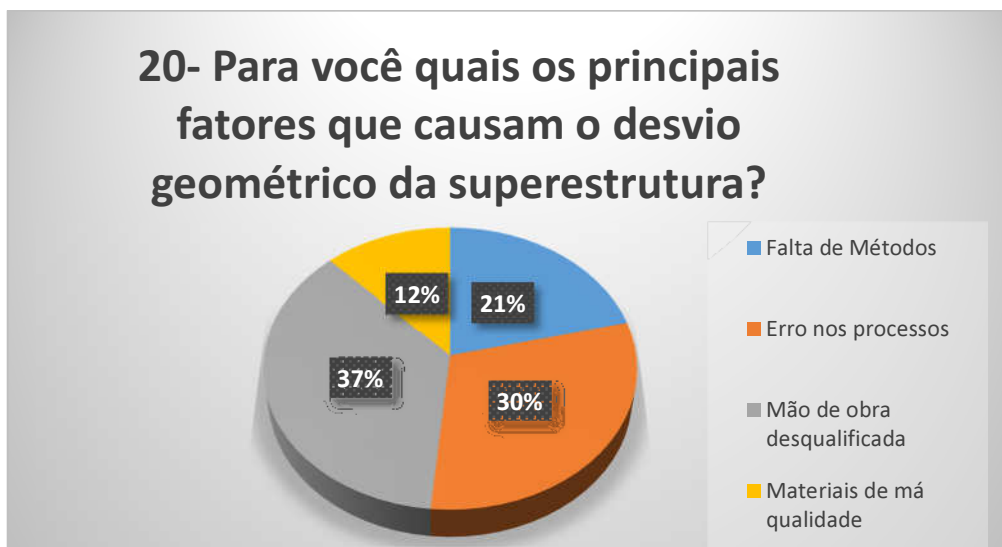


Figura 26 – Resultado da Pesquisa – Questão 20

Fonte: Autoria própria

Observa-se na figura 26 que as respostas estão bem distribuídas, pois dependendo no modo de gestão da construtora a perspectiva do engenheiro de obra sobre as causas do desvio geométrico pode mudar. Uma vez que a empresa pode ter um enfoque de gestão de qualidade mais eficiente algumas áreas e não tanto em outras.

Desta forma observa-se que os materiais de má qualidade obtiveram apenas 12%, isso pode ser interpretado pela perspectiva de que os materiais usados no processo tem menos impacto na qualidade do produto.

A falta de métodos marcou 21%, esse fator é de suma importância para o bom andamento da obra, uma vez que sem um método tanto construtivo quanto de controle de qualidade bem definidos traz uma segurança para o engenheiro de saber qual parâmetros devem seguir para que todos aspectos técnicos sejam atendidos.

Já 30% dos entrevistados responderam erros de processos, esse fator está ligado diretamente com a produtividade da obra e conseqüentemente com o controle de qualidade, visto que ter um processo de produção claro diminui os

risco do surgimento de não conformidades, pois o planejamento e administração das tarefas se torna mais eficiente.

A maioria dos entrevistados 37%, disseram que uma mão de obra de má qualidade tem o maior impacto na qualidade de execução da superestrutura, ou seja de nada adianta a empresa ter todos os outros fatores alinhados se a mão de obra que executa o trabalho não estiver qualificada para tal, para isso não acontecer a empresa deve investir em treinamento, motivação e retenção de seus talentos, pois de nada adianta treinar o funcionário e na primeira oportunidade ele sair da empresa.

O questionário mostrou-se eficiente uma vez que todos dados necessários para analisar o problema pesquisado foram coletados. As respostas estavam coerentes tornando assim a pesquisa mais rica e valorosa. As perguntas foram elaboradas com o objetivo extrair dos entrevistados informações mais realistas possíveis do seu dia a dia, relacionando as quatro referências para uma execução de qualidade da superestrutura; metodologia aplicada no canteiro, processos de produção, qualidade da mão de obra e materiais utilizados no canteiro. Todas perguntas estavam inseridas em um dessas variáveis, a fim de buscar quais práticas o entrevistado aplica ou deixa de aplicar no canteiro de obra, para que assim possa-se verificar quais os parâmetros que mais influenciam no desvio geométrico da superestrutura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi demonstrado no decorrer do trabalho e confirmado com as respostas obtidas pelo questionário que o que leva a superestrutura de um prédio sair do prumo não é uma causa específica e sim a combinações de diversos fatores, uns com mais e outros com menos influência no resultado final.

Realizando uma análise nos resultados de forma generalista observou-se que existem quatro referências que devem ser apreciadas para que a superestrutura do prédio não sofra um desvio geométrico, são eles: os Métodos aplicados na obra, observou-se que muitas empresas ainda utilizam métodos antigos para execução e conferência da superestrutura isso acarreta em erros grosseiros da execução da superestrutura, levando gastos desnecessários para empresa; Processos, de nada adianta executar correto um processo que está errado em sua essência, poucas construtoras investem em treinamento e pesquisas com objetivo de melhorar seus processos como um todo, isso evitaria muitos erros e retrabalhos não tão somente na execução da superestrutura e sim na obra como um todo, essa prática ainda é vista pelos empresários como um gasto e não um investimento; Mão de Obra, esse requisito é uma das variáveis mais fortes, visto que é a mão de obra que transforma o insumo em produto final, uma vez que se não estiver alinhado com os objetivos da empresa e acima de tudo qualificado e motivado, o trabalhador executará a tarefa com qualidade e excelência. Isso se agrava mais ainda quando o trabalho requer uma mão de obra específica como na execução e conferência da superestrutura, que um erro pequeno pode acumular gerando grandes prejuízos para construtora; Materiais, os insumos utilizados em obra devem estar dentro dos padrões de qualidade especificados em projeto, uma vez que podem comprometer a qualidade do serviço, contudo na presente pesquisa foi observado que não somente os materiais devem ser de qualidade mais também os equipamento utilizados para execução e conferência dos trabalhos.

Desta forma o presente trabalho concluiu que com essas quatro variáveis trabalhando alinhadas vão mitigar o risco da superestrutura de uma obra, evitando assim que sofra graves desvios geométricos, garantindo que seja executada dentro do orçamento e cronograma planejado.

REFERÊNCIAS

HIGA, L. K. M; MATOS, N. P. **Análise estabilidade global das estruturas de edificações**. 2011.TCC (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

BOTELHO, F.J.L. **Métodos geodésicos para a racionalização construtiva no posicionamento preciso de edificações prediais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2003.

BOTELHO, F.J.L; BARROS E.O. **O Controle Geométrico de Edificações para Racionalização Construtiva: Inovações no Ensino de Topografia e Geodésia nos Cursos e Engenharia**. Artigo. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2003.

BARROS, E. O. **Controle geométrico da estrutura de concreto de edifícios como ferramenta da racionalização construtiva**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da USP, São Paulo. 2001.

ARAÚJO, A.I.P. **Geodésia Aplicada aos Estudos de Verticalização de Edifício Predial de Grande Porte**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

OBATA, S. H. ; SOUZA, U. E. L. **Características geométricas relevantes para controle da qualidade dos produtos moldados de concreto armado**. São Paulo: EPUSP, 2001.

GARRIDO, J. **A verdade sobre o desperdício.:** Qualidade na construção. São Paulo, 1999.

FILHO, J.I.P; ROCHA R.A; SILVA.L.M. **Planejamento e Controle da Produção na Construção Civil para Gerenciamento de Custos**. Artigo. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção. Florianópolis. 2004.

MARCHESAN, P. R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T., **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo, Pini. 1998.

MESEGUER, G.A. **Controle e garantia da qualidade na construção**, São Paulo, SINDUSCON, 1991.

FAJERSZTAJN, H. **Fôrmas para concreto armado: Aplicação para o Caso do Edifício**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, USP. São Paulo, 1987.

SEARBY, A. A. B.; In: II Simpósio Internacional de Tecnologia da Construção: **Fôrmas para Estruturas de Concreto**, São Paulo, 1986. Epusp.

LUNGISANSILU, T. R. **A Gestão da Qualidade Aplicada Materiais da Construção nas Obras de Edificações**. TCC (Curso de Engenharia Civil) – Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FACHIN, O. Fundamentos de metodologia. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos da metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

COSTA, F. N. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhoria**. 2005.

ISRAEL, M. C.; PILEGGI, R. G. **Uso do escaneamento 3D laser para análise de planicidade e volumetria de argamassa em fachadas**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. Vol. 9. São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto- Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/137/industrializacao-essencial-sem-alterar-a-forma-de-concepcao-do-287571-1.aspx>. Acesso em: 09 Fev. 2019, 18:30:30.

Disponível em: <http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/afericao-de-prumo-e-medidas-80115-1.aspx>. Acesso em: 11 Fev. 2019, 18:40:00.

Disponível em: <http://www.tqs.com.br/tqs-news/consulta/entrevistas/149-a-importancia-das-formas-para-a-qualidade-da-obra>:>. Acesso em: 07 abr. 2019, 18:45:30.

Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/210/artigo326959-1.aspx>. Acesso em: 01 mai. 2019, 19:00:00.

Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/concretagem-sem-falhas-depnde-de-cuidados-antes-e-depois-de-sua-execucao_17450_10_0>. Acesso: 25 mai. 2019, 20:30:00.

Disponível em: <http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/quais-os-materiais-e-qual-a-metodologia-para-o-tratamento-83970-1.aspx>. Acesso: 25 mai. 2019, 20:45:00.

ANEXO A**Questionário**

1- Qual ponto de referência é usado para aferição do prumo do pavimento em execução?

- Não é usado nenhuma referência
- Pavimento inferior
- Primeiro pavimento
- Outra referência. Cite

2- Quais profissionais executam esse trabalho?

- Empreiteiros
- Mão-de-obra própria
- Outro. Cite

3- Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para aferição do prumo?

4- Em quais momentos da obra é aferido o prumo do prédio?

5- Qual método é utilizado para transferência dos eixos coordenados para laje em execução?

6- Quais profissionais fazem esse trabalho?

Empreiteiros

Mão-de-obra própria

Outro. Cite.

7- Quais ferramentas e equipamentos são utilizados para transferência dos eixos?

8- É feito um mapeamento das fachadas?

Sim

Não

9- Se sim, qual método utilizado?

10- Qual é o procedimento caso seja detectado o desaprumo do prédio?

11-É feito algum controle de qualidade nas peças (madeira para formas) recebidas?

Sim

Não

12- Se sim, quais itens são verificados?

13- Existe um projeto de formas?

Sim

Não

14- Quais profissionais são responsáveis pela construção, execução e remoção das formas?

Empreiteiros

Mão-de-obra própria

Outro cite.

15-É feito um controle de qualidade (check list) nas formas antes da concretagem?

Sim

Não

16- Se sim, qual é o profissional responsável?

Estagiário

Mestre de obra

Outro cite.

17- Quais medidas são tomadas caso não estejam dentro do padrão de qualidade?

18- Qual é o procedimento caso um forma abra durante a concretagem?

19- Na sua opinião qual o impacto do desvio geométrico da superestrutura no orçamento e cronograma da obra?

Muito Pequeno

Pequeno

Médio

Grande

Muito grande

20-Para você quais os principais fatores que causam o desvio geométrico da superestrutura? (permitido marcar mais de uma opção)

- Falta de Métodos
- Erro nos processos
- Mão de obra desqualificada
- Materiais de má qualidade
- Outro cite.