



José Antonio Santos Pegado

Viabilidade Técnico-Econômica do controle da verticalidade e da volumetria do revestimento de fachadas em edifícios altos por meio de medidas topográficas.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Professor André Augusto Azevedo Duarte
Montenegro

JOSÉ ANTONIO SANTOS PEGADO

**VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DO CONTROLE DA
VERTICALIDADE E DA VOLUMETRIA DO REVESTIMENTO
DE FACHADAS EM EDIFÍCIOS ALTOS POR MEIO DE
MEDIDAS TOPOGRÁFICAS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL, DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, À DEFESA DA TESE PARA O MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA CIVIL.

ORIENTADOR: Prof. ANDRÉ AUGUSTO AZEVEDO MONTENEGRO DUARTE

Belém/PA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pegado, José Antonio Santos, 1949

Viabilidade técnico-econômica do controle da verticalidade e da volumetria do revestimento de fachadas em edifícios altos por meio de medidas topográficas / José Antonio Santos Pegado.- 2017.

Orientador: André Augusto Azevedo Montenegro Duarte

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2017

1. Análise estrutural (Engenharia) 2. Topografia - Metodologia 3. Revestimentos- Edifícios 4. Fachadas (Arquitetura) I. Título

CDD 22.ed.690.21

**VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DO CONTROLE DA
VERTICALIDADE E DA VOLUMETRIA DO REVESTIMENTO DE
FACHADAS EM EDIFÍCIOS ALTOS POR MEIO DE MEDIDAS
TOPOGRÁFICAS**

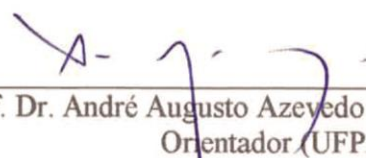
AUTOR:

JOSÉ ANTÔNIO SANTOS PEGADO

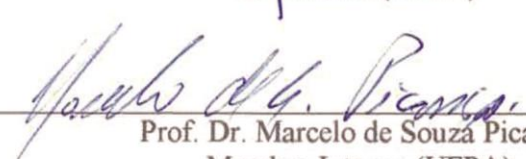
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA
EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA
ÁREA DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADO EM: / /

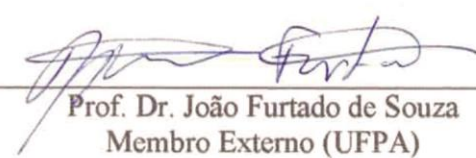
BANCA EXAMINADORA:



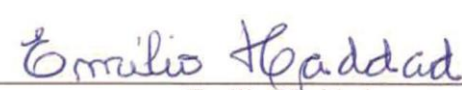
Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte
Orientador (UFPA)



Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço
Membro Interno (UFPA)



Prof. Dr. João Furtado de Souza
Membro Externo (UFPA)



Emílio Haddad
Membro Externo (USP)

Visto:

Prof. Dr. DÊNIO RAMAM CARVALHO DE OLIVEIRA
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

DEDICATÓRIA

Este trabalho de pesquisa é dedicado a Cacilda Gicele Sequeira Pegado, minha maravilhosa esposa, companheira de todos os momentos, a minha eterna gratidão pelas palavras de incentivo e pela compreensão quando tive que abdicar de momentos felizes ao seu lado sem os quais não seria possível a realização deste trabalho. O meu muito obrigado!

Aos meus filhos Israel e Rebecca Pegado, a nora Jacelis Aguiar, ao genro Carlos Estevão que sempre estiverem presentes dando forças e me incentivando para que este sonho se tornasse realidade. Muito obrigado!

Em especial a minha netinha Maria Elis Aguiar Pegado que mesmo sem ainda entender me ajudou com sua presença dando forças para eu conseguisse chegar ao fim deste grande desafio. Um beijão!

Ao meu irmão Eng. Raimundo Pegado, que muito me ajudou, em todos os sentidos, para que eu conseguisse chegar até aqui. Obrigado meu irmão!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por todos os momentos maravilhosos que tenho vivido, com grandes conquistas na minha vida profissional, sempre me iluminando e dando forças para seguir em frente.

Ao Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte, meu grande orientador, amigo e pesquisador o grande responsável por esta conquista por ter acreditado e confiado desde o início na realização desta pesquisa.

Ao Prof. Msc Júlio César Mascarenhas Aguiar da UFPA, amigo e fiel companheiro que sem sua boa vontade, não teria viabilizado e concluído esta dissertação. Obrigado! Muito obrigado! Por ter disponibilizado a sua equipe de topografia (Airton Damasceno, Hudsón Lima e José Marlon) que muito me ajudou na coleta de dados na pesquisa de campo e pela cessão do equipamento utilizado nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. João Furtado de Souza da UFPA e Devry Faci, sempre disposto a me ajudar a quem recorri muitas vezes para realização desta pesquisa. Obrigado professor!

Ao Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço da UFPA-PPGEC pelos ensinamentos e suas valiosas contribuições para engrandecimento desta pesquisa. Obrigado professor!

Em especial, ao ilustre convidado, Prof. Dr. Emilio Haddad da USP pela honra em tê-lo participando desta destacada banca. Obrigado professor!

Aos Professores, Msc. Humberto Barroso, Msc. Ronaldo Campos, Msc. Ismael Leite, Msc. Ana Amélia Correa e Msc. Bianca Fernandez da DevryFaci que confiaram e acreditaram desde o início neste grande desafio. O meu muito obrigado!

Ao Eng. Paulo Davi El-Hanã Souza Lobato, ontem meu aluno, hoje colega de profissão e a Eng^a Msc. Marcela Gonçalves Pereira que entenderam os meus limites computacionais e muito me ajudaram a superá-los. Obrigado!

A minha filha Rebecca Gicele Pegado, Especialista em Arqueologia e Preservação de Patrimônio e o Msc. Diego Damasceno, doutorando da USP que muito me ajudaram na formatação e revisão do texto da língua universal. Obrigado!

“Um homem não é outra coisa senão o que faz de si mesmo”

Jean – Paul Sartre

RESUMO

PEGADO, J. A. S. *Viabilidade Técnico-Econômica controle da verticalidade e da volumetria do revestimento de fachadas em edifícios altos através de medidas topográficas*. Belém. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Mestrado em Engenharia Civil), UFPA, 2017.

A análise do deslocamento da vertical de construções é fundamental para garantir o desempenho funcional das estruturas, minimizar a possibilidade de retrabalho e controlar custos das obras de engenharia. A tendência global é a normatização dos processos de controle de qualidade, o que torna necessário o desenvolvimento e a aplicação de metodologias apuradas para que o desempenho dos elementos construtivos possa ser assegurado. Considerando-se que o controle destes deslocamentos envolve diferentes técnicas e métodos de medição, seja na avaliação do comportamento em serviço, seja inserido no contexto da manutenção preventiva, este trabalho tem como objetivo averiguar a viabilidade técnico-econômica do controle geométrico e volumétrico da estrutura de edifícios. Com ênfase para o revestimento de fachadas, essa dissertação apresenta estudo caso de dois edifícios residenciais localizados em Belém, estado do Pará, observados durante o processo construtivo de cada obra. Nesse âmbito, foram utilizadas metodologias topográficas mais rigorosas, com o emprego de instrumentos modernos (estações totais), uma vez que essa prática é pouco recorrente em obras de edifícios verticais. Durante a coleta de dados, foram realizadas medições para identificar os deslocamentos e avaliar o volume das fachadas quando da aplicação do revestimento das paredes. Isso posto, comparou-se a relação custo-benefício do volume do material com as medidas topográficas geradas. Após essa etapa, efetuou-se detalhada análise estatística das medidas obtidas, onde foram elaborados gráficos sobre a evolução do controle da verticalidade e da volumetria da fachada dos dois edifícios. A análise gráfica ilustra os procedimentos e mecanismos desenvolvidos nos dois empreendimentos. Os resultados indicam que os custos de controle ou de monitoramento com uma equipe de topografia permanente no canteiro de obras são entre 2,93 e 4,95 vezes menores do que os custos acrescidos pela falta de verticalidade. A complexidade do projeto arquitetônico na geometria do edifício também influencia no deslocamento da verticalidade e que os diferentes índices de referência de preços podem alterar esta relação de custos acrescidos, demonstrando de forma incontestável a viabilidade de se adotar técnicas topográficas mais modernas e eficientes.

Palavras-chave: Deslocamento vertical, controle geométrico e volumétrico, viabilidade técnico-econômica e técnicas topográficas.

ABSTRACT

PEGADO, J. A. S. *Technical-Economic feasibility control of the verticality and volumetry of facade coating in tall buildings through topographic measurements*. Belém. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Mestrado em Engenharia Civil), UFPA, 2017.

The vertical displacement analysis is fundamental to guarantee the functional performance of the structures, to minimize the possibility of rework and to control costs of engineering projects. The global tendency is the standardization of quality control processes, which is mandatory to develop and to apply accurate methodologies so that the building elements performance can be assured. Taking into consideration the control of these displacements that involves different measurement techniques and methods, whether for the structure behavior evaluation or for preventive maintenance purposes, this work aims to investigate the technical-economic feasibility of using geometric and volumetric control of building structures. With emphasis on facade coating, this dissertation presents a case study of two residential buildings located in Belém, state of Pará, where each work was observed during the building process. In this context, more rigorous topographic methodologies were taking into account, were used, with the use of modern instruments (total stations), since this practice is not very frequent in vertical building works. During the data collection, measurements were taken to identify the displacements in order to evaluate the facades volume after the wall coating was applied. Thus, we compared the cost-benefit ratio of the material volume with the topographic measurements generated. After this step, a detailed statistical analysis from the measurements was carried out, in which we demonstrated graphs about the verticality control and the facade volumetry of the buildings. The graphical analysis illustrates the procedures and mechanisms developed in both projects. The results indicate that the control or monitoring costs with a permanent topography team at the construction site are between 2.93 and 4.95 times lower than the costs added by the lack of verticality. The complexity of the architectural design in the geometry of the building also influences the displacement of the verticality and that the different indexes of prices of prices can alter this relation of costs plus, which undoubtedly reveal the importance of adopting more modern and efficient topographical techniques.

Keywords: Vertical displacement, geometric and volumetric control, technical-economic feasibility and topographical techniques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Abordagem da Pesquisa	25
Figura 2: Ponto de Controle – Alvo Natural	30
Figura 3: Ponto de controle – Alvo Artificial	31
Figura 4: Trilateração - ângulos e lados de um triângulo	33
Figura 5: Interseção à ré ou problema de Pothénor	34
Figura 6: Poligonal do tipo fechado ou circuito fechado	36
Figura 7: Deslocamento	39
Figura 8: Deformação	40
Figura 9: Integração entre sistemas para monitoramento de estruturas: GPS e Estações Totais	46
Figura 10: Poligonal em coroamento de barragem.....	47
Figura 11: Sistema de eixos de uma Estação Total	55
Figura 12: Principais erros instrumentais	56
Figura 13: Erro de zero no ATR	57
Figura 14: Geometria da acurácia e precisão	58
Figura 15: Estatística da acurácia e precisão	58
Figura 16: Revestimento pelo número de camadas	62
Figura 17: Controle de prumada.....	64
Figura 18: Controle de prumada, arame.....	64
Figura 19: Mapeamento das fachadas	66
Figura 20: Mapeamento de fachada.....	67
Figura 21: Taliscamento.....	67
Figura 22: Taliscamento.....	68
Figura 23: Taliscamento.....	68
Figura 24: Reforço da argamassa armada	69
Figura 25: Ponte tipo de transmissão	70
Figura 26: Sarrafeamento	71
Figura 27: Desempeno.....	72
Figura 28: Mapa de localização do Município de Belém.....	73
Figura 29: Layout da planta baixa Edifício A	75
Figura 30: Vista frontal do Edifício A.	76
Figura 31: Levantamento das arestas	76
Figura 32: Layout da planta baixa Edifício B	76
Figura 33: Vista lateral direita do Edifício B.....	77
Figura 34: Levantamento das arestas	77
Figura 35: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício A.....	78
Figura 36: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício A.....	78
Figura 37: Medição do controle na trena no Edifício A	79
Figura 38: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício B.....	79
Figura 39: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício B.....	79
Figura 40: Medição do controle na trena no Edifício B	80
Figura 41: Controle da Verticalidade do Edifício A	82

Figura 42: Controle da Verticalidade do Edifício A	82
Figura 43: Controle da Verticalidade do Edifício B	85
Figura 44: Controle da Verticalidade do Edifício B	85
Figura 45: Gabarito em "U", locação do eixo imaginário.	86
Figura 46: Pêndulo para estabilização da linha de prumada.	Erro! Indicador não definido.
Figura 47: Controle do Ponto 03	88
Figura 48: Controle do Ponto 07	88
Figura 49: Controle do Ponto 08	88
Figura 50: Controle do Ponto 09	89
Figura 51: Controle do Ponto 10	89
Figura 52: Controle do Ponto 15	89
Figura 53: Média do Controle	90
Figura 54: Amplitude do Controle	90
Figura 55: Desvio Padrão do Controle	90
Figura 56: Resumo do Controle dos Pontos	91
Figura 57: Controle do Ponto 01	93
Figura 58: Controle do Ponto 02	93
Figura 59: Controle do Ponto 03	93
Figura 60: Controle do Ponto 04	94
Figura 61: Controle do Ponto 05	94
Figura 62: Controle do Ponto 06	94
Figura 63: Média do Controle	95
Figura 64: Amplitude do Controle	95
Figura 65: Desvio Padrão do Controle	95
Figura 66: Resumo do Controle dos Pontos	96

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	33
Equação 2.....	34
Equação 3.....	35
Equação 4.....	52
Equação 5.....	52
Equação 6.....	53
Equação 7.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Algumas especificações para poligonais	49
Tabela 2: Precisão de principais equipamentos de controle	60
Tabela 3: Controle da verticalidade da estrutura do Edifício A	81
Tabela 4: Controle da verticalidade da estrutura do Edifício B	84
Tabela 5: Controle da Volumetria da Estrutura do Edifício A	87
Tabela 6: Controle Volumetria da Estrutura do Edifício B	92
Tabela 7: Comparativo dos Custos Unitários	102
Tabela 8: Cálculo do volume de argamassa a mais (4 cm) - Edifício A	103
Tabela 9: Custo de Revestimento no Edifício A	104
Tabela 10: Cálculo do volume de argamassa a mais (4,13 cm) - Edifício A	105
Tabela 11: Custo de Revestimento no Edifício A	106
Tabela 12: Custo de Serviços Topográficos do Edifício A	106
Tabela 13: Cálculo do volume de argamassa a mais (1,6 cm) - Edifício B	107
Tabela 14: Custo de Revestimento no Edifício B	107
Tabela 15: Cálculo do volume de argamassa a mais (1,6cm) - Edifício B	108
Tabela 16: Custo de Revestimento no Edifício B	109
Tabela 17: Custo de Serviços Topográficos do Edifício B	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Espessura pelo revestimento	63
Quadro 2: Tipo base pela espessura mínima.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

MED – Medidor Eletrônico de Distância
GPS – Global Positioning System
1D – Unidimensional
2D – Bidimensional
3D – Tridimensional
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR – Norma Brasileira
 θ - Latitude
 λ - Longitude
h – Altura elipsoidal
x, y, z – Coordenadas cartesianas
LS – Laser Scanning
LIDAR – Light Detection and Ranging
DTM – Modelagem Digital de Terrenos
BIMS – Modelos de informações de edifícios
u (x, y, z) – Deslocamento da função básica u
v (x, y, z) – Deslocamento da função básica v.
w (x, y, z) – Deslocamento da função básica w.
P1, P2, P3 – Pontos de coordenadas conhecidas.
 α , β – Ângulos horizontais observados.
 μ – Valor médio
 σ – Desvio padrão
PD – Posição direta
PI – Posição inversa
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
UTM – Universal Transversa Mercator
N – Coordenada Norte
E – Coordenada Este
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SEDOP – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano de Obras Públicas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	21
1.2	JUSTIFICATIVA.....	22
1.3	OBJETIVO GERAL.....	23
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	23
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	32
2.1.1	Triangulação e Trilateração.....	32
2.1.2	Irradiação	33
2.1.3	Interseções	34
2.1.4	Poligonação	35
2.1.5	Métodos para Determinação de Coordenadas Tridimensionais	36
2.1.6	Método Polar.....	38
2.2	DESLOCAMENTO E DEFORMAÇÃO DE UMA ESTRUTURA	39
2.2.1	Danos Estruturais	40
2.2.2	Medições de Deformações em Estruturas	41
2.2.3	Métodos Convencionais	42
2.2.4	Controles Horizontais de Obras de Engenharia Civil	44
2.2.5	Determinações de Deslocamento, Uni, BI e Tridimensionais.	45
2.2.6	A Integração entre Sistemas de Monitoramento.....	46
2.2.7	Determinações da NBR 13133:1994	48
2.2.8	Determinações da resolução PR nº.22 DO IBGE.....	48
2.2.9	Os Erros de Observação	50
2.2.10	Os Erros Ambientais.....	53
2.2.11	Os Erros Instrumentais	54
2.2.12	Precisão e Acurácia.....	57
2.2.13	Levantamentos Topográficos em função do grau de precisão.....	59
2.2.14	O Ajuste de Observações.....	60
2.3	REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	62
2.3.1	Considerações Gerais	62
2.3.2	Projeto de Revestimento	62
2.3.3	Marcação e Mapeamento da Fachada	63
2.3.4	Metodologia a Ser Aplicada no Processo Executivo	65

2.3.5	Locações dos Arames de Fachada.....	66
2.3.6	Taliscamento.....	67
2.3.7	Fixação das Telas.....	69
2.3.8	Aplicação da Argamassa.....	70
2.3.9	Acabamento.....	71
2.3.10	Desempeno.....	72
3	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	73
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	73
3.1.1	A Influência da Verticalização em Belém/PA.....	74
3.2	METODOLOGIA	75
4	RESULTADOS E ANÁLISES	81
4.1	EDIFÍCIO A	81
4.1.1.	Levantamento com Estação Total: Controle da verticalidade da estrutura	81
4.2	EDIFÍCIO B	84
4.2.1.	Levantamento com Estação Total: Controle da verticalidade da estrutura	84
4.3	EDIFÍCIO A	87
4.3.1.	Levantamento de Medidas à Trena: Controle da volumetria da estrutura.	87
4.4	EDIFÍCIO B	92
4.4.1.	Levantamento de Medidas à Trena: Controle da volumetria da estrutura.....	92
4.5	DIFERENÇA ENTRE AS MEDIDAS TOPOGRÁFICAS	97
4.5.1	Edifício A.....	97
4.5.2	Edifício B	97
4.6	CÁLCULO DOS CUSTOS E DOS VOLUMES DE ARGAMASSA POR PAVIMENTO 98	
4.6.1	Composição de Custos: Preços SINAPI e SEDOP (abril/2017)	98
4.7	EDIFÍCIO A	103
4.8	EDIFÍCIO B.....	107
5	CONCLUSÕES	110
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS:	111
	APÊNDICES	115
	APÊNDICE 1- Controle da verticalidade da estrutura: EDIFÍCIO A.....	115
	APÊNDICE 1.1 - GRÁFICOS DOS PONTOS DE CONTROLE DA VERTICALIDADE: EDIFÍCIO A.....	130
	APÊNDICE 2 - Controle da verticalidade da estrutura: EDIFÍCIO B.....	140
	APÊNDICE 2.1 – GRÁFICOS DOS PONTOS DE CONTROLE DA VERTICALIDADE: EDIFÍCIO B.....	148

APÊNDICE 3 - EDIFÍCIO A.....	156
3.1 LEVANTAMENTO DOS PONTOS NA ESTAÇÃO - VISTA FRONTAL.....	156
3.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO A	157
APÊNDICE 4 - EDIFÍCIO B.....	158
4.1 LEVANTAMENTO DOS PONTOS NA ESTAÇÃO – VISTA FRONTAL.....	158
4.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO B	159

1. INTRODUÇÃO

Efetuar medidas ou utilizar técnicas de medição na execução das atividades diárias foi sempre uma das necessidades do homem ao longo da história do desenvolvimento das civilizações. De procedimentos simples usados inicialmente, estimuladas por motivos diversos, a humanidade procurou soluções para resolver essas necessidades à medida que a sofisticação da sociedade avançava, chegando a métodos de medição complexos. Todo o empenho realizado acompanhou o crescimento e a sistematização progressiva dos conhecimentos, buscando dar-lhes o suporte requerido e os métodos de aferição e validação dos experimentos.

Na construção civil as necessidades impostas estão intimamente ligadas às questões da segurança, confiabilidade e durabilidade das obras. As estruturas que são utilizadas no desenrolar de várias atividades precisam ser constantemente monitoradas, quer para verificação do seu comportamento durante a construção e em serviço, quer para o aprimoramento do conhecimento dos materiais e técnicas construtivas empregadas.

Usando o monitoramento em estruturas de grande porte, é possível diminuir os índices dessas ameaças, deste modo pode-se caracterizar e entender como de fato ocorre o deslocamento vertical de uma estrutura com a finalidade de reduzi-los, ou, até mesmo, erradicá-los, utilizando as medições através das técnicas utilizadas em levantamentos topográficos- geodésicos.

O maior desafio nesta situação consiste em analisar e controlar os dados de medições ao longo de certo período de tempo, com a finalidade de fornecer dados que irão refletir na movimentação da estrutura ao longo do tempo.

O sistema de monitoramento de grandes estruturas pode ser utilizado em muitas aplicações: áreas de deslizamentos; vibrações em estruturas de engenharia; movimentos da crosta; pontes e obras de grande porte demonstrando que estes sistemas podem e devem ser utilizados em vários projetos e obras de engenharia.

Para a implantação de um sistema deste tipo, é necessária uma análise de vários fatores que podem intervir nos dados coletados, como: rede de monitoramento confiável; ajustamento de dados coletados; descrição do objeto de estudo com base em análises estatísticas; e, interpretação física.

O que se observa é a Topografia mais rigorosa e precisa ainda ser pouco utilizada na área de monitoração de grandes estruturas, talvez por desconhecimento dos técnicos de outras áreas da construção que bem poderiam orientar os empreendedores da vantagem de seu uso no acompanhamento da construção. Deste modo, a tendência é aumentar a oferta para técnicos experientes e preparados, no controle de sinistros estruturais.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O controle geométrico de obras de construção civil, como o deslocamento da verticalidade das estruturas, envolve, na maioria das vezes, diferentes técnicas e métodos de avaliação. Para cada tipo de construção é desenvolvida uma técnica para o monitoramento, e considerando-se desde necessidade até precisão, sendo ele contínuo por minutos, semana a meses, dependendo do tipo de carregamento, se estático ou dinâmico, de condicionante como o solo do local, estrutura utilizada, alterações no entorno, tamanho da estrutura, dentre outros.

Na era contemporânea, as primeiras instrumentações de obras de grande porte datam dos anos de 1930 e 1940; desde então há um sucessivo avanço nos equipamentos e métodos utilizados (MATOS, 2002).

No transcorrer dos tempos os aparelhamentos de medição estão tornando-se mais precisos e de fácil manuseio, contribuindo com a manipulação “in loco”, interagindo direta ou indiretamente com programas específicos da computação, originando os resultados dos dados mais rápidos e diminuindo erros sistemáticos, tanto de operador quanto de equipamento.

O deslocamento da verticalidade de uma estrutura é um dos principais causadores de patologias em edificações e em alguns casos do colapso total das mesmas. Está presente em todas as edificações, porém, em até certa altura não provoca problemas consideráveis. Há a necessidade do controle geométrico da estrutura, desde a sua identificação até a estabilização, para assim evitar casos extremos de instabilidade da estrutura.

Esta dissertação irá averiguar a viabilidade técnico-econômica do controle da verticalidade e da volumetria do revestimento de fachadas em edifícios altos por meio de medidas topográficas, aplicadas às medições mais rigorosas e instrumentos

mais modernos, de dois edifícios residenciais em construção localizados em Belém no estado do Pará.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diversos autores como Ioshimoto (1988), Abrantes (1995) e Lee (1987) apud Barros (2001) ao levantarem as ocorrências de patologias nas edificações enumeram como causas principais, as deficiências de projeto e a má execução da obra, secundadas por uso inadequado, manutenção, materiais e outros.

As constatações feitas por estes autores reiteram a importância do projeto como elemento essencial para a boa condução do processo construtivo, dentro da ótica estabelecida por Medeiros (1999) apud Barros (2001) de que projetar implica no pensar antes, antecipar a tomada de decisões para dar soluções técnicas exequíveis aos problemas com uma relação custo-benefício ideais.

Para Souza (1995) apud Barros (2001), as definições feitas na fase de projeto geram grande influência sobre a produtividade, os custos de produção e os custos ao longo da vida útil das obras. No entanto, segundo a mesma autora, ainda não é marcante entre as empresas de construção de edifícios a preocupação com o projeto, haja vista que essas empresas, normalmente, iniciam o seu processo de evolução tecnológica através de alterações na etapa de execução da obra.

Esta fase de execução da obra, além de ser considerada como origem de muitas patologias, se mostra como crítica para a ocorrência de desperdícios de materiais mal utilizados, outro fator de não qualidade na produção de edifícios.

Caracterizando este problema, Picchi (1993) apud Barros (2001) afirma que “é frequente na construção de edifícios a utilização de espessuras de argamassa bastante acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura e alvenarias, sendo este, juntamente com o entulho um dos maiores fatores de desperdícios de materiais”.

Na fase de construção, notadamente na execução da estrutura do edifício, uma etapa comum em todas as suas fases é a definição geométrica dos elementos estruturais, normalmente realizada dentro de cada fase e caracterizada como condição pré-existente para a fase seguinte, se constituindo como elo entre estas fases e os subsistemas do edifício. Apesar da sua aparente invisibilidade em certas

fases, a definição geométrica dos elementos do edifício, feita de forma adequada, é um fator de agregação de qualidade e de redução de desperdícios.

A precisa definição geométrica como uma qualidade da estrutura produzida, deve ser resultado de atividades técnicas idealizadas e executadas conforme este planejamento.

A importância desta atividade não é traduzida hoje, na maioria dos casos, na existência de métodos adequados, que incorporem os avanços tecnológicos, ou de métodos mais simples, e mais adequados com a situação dos canteiros.

O que se vê, nos dias atuais, é uma convivência de práticas empíricas baseadas em instrumentos rudimentares (trena e nível de mangueira, por exemplo) e a subtilização de equipamentos modernos pelo desconhecimento de metodologias de uso ou manuseio de novas tecnologias.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho é, por meio de um levantamento espacial em pontos de interesse, averiguar a viabilidade técnico-econômica do controle geométrico e volumétrico da estrutura de edifícios altos com metodologia topográfica mais rigorosa e instrumentos mais modernos.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Para alcançar o objetivo geral do trabalho foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Resgatar sua importância indicando-o como estratégias para a racionalização construtiva dos métodos para o controle de superfícies verticais e horizontais dos elementos constituintes da estrutura.
- Enfatizar exclusivamente o revestimento dos painéis das fachadas.
- Comparar a relação custo/benefício por meio do estudo de caso de dois prédios em relação a uma equipe de topografia permanente no canteiro de obras.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 1 - são apresentadas algumas considerações iniciais sobre o tema, contextualização e justificativa do problema e os objetivos a serem atingidos.

No capítulo 2 – são apresentados a revisão bibliográfica onde se passam, em revista os principais métodos e equipamentos de mensuração de deslocamentos empregados por técnicas de levantamentos topográficos e geodésicos, com ênfase nos processos que utilizam as Estações Totais e GPS Geodésico. São apresentados estudos efetuados por diversos autores, validando os métodos abordados bem como alguns tópicos sobre a questão dos erros de observação; ambiental, instrumental, precisão e acurácia, levantamentos topográficos em função do grau de precisão e da importância do ajustamento de observações.

No capítulo 3 – é apresentada a caracterização da área de estudo e os procedimentos experimentais utilizados através de Topografia Aplicada no monitoramento de edifícios, empregados nas observações realizadas com uma Estação Total TOPCON, série 3000 e mensuração de medidas topográficas com uso de uma trena convencional de dois prédios residenciais onde foram tratados de duas formas: convencional e por meio de software TOPEVEN 6.0 específico de ajustamento topográfico-geodésico.

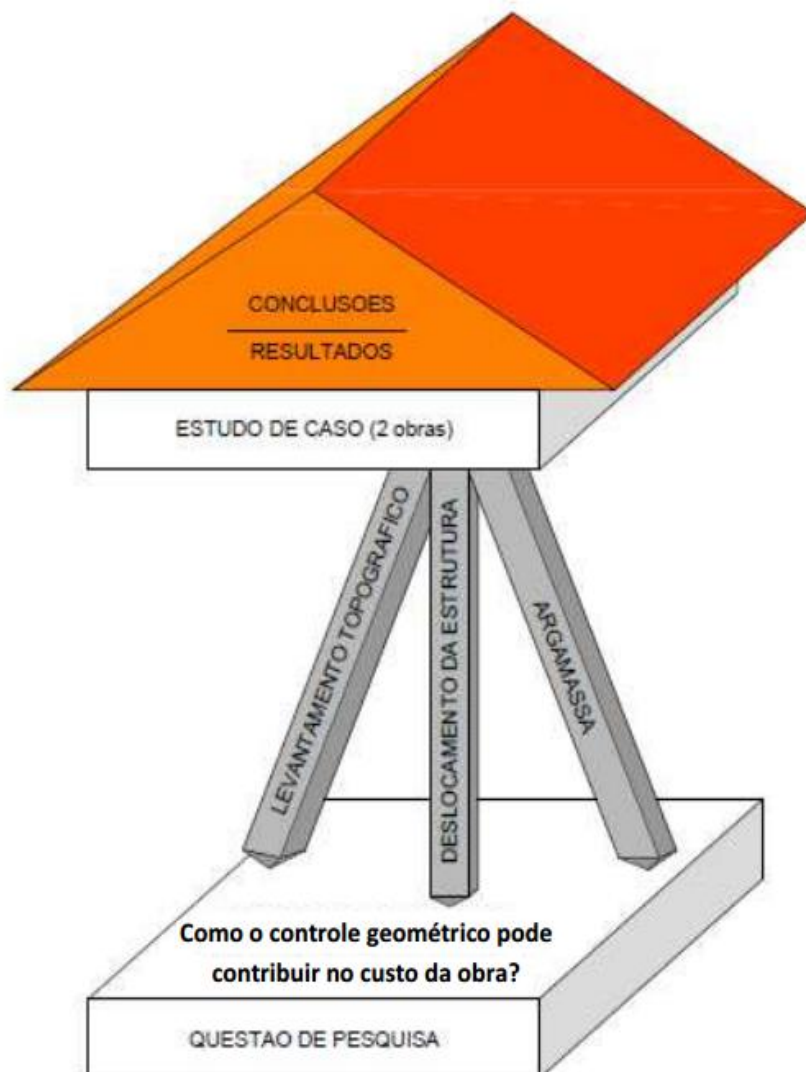
No capítulo 4 – são apresentados os resultados e análises onde foram abordados dois estudos de casos de viabilidade técnico-econômica de monitoramento de estruturas em concreto: no primeiro estudo foi feito o controle da verticalidade de dois edifícios em construção sendo um com 20 pavimentos e outro de 30 pavimentos e feitas análises comparativas dos resultados obtidos pelos dois métodos empregados.

No segundo estudo avaliada a volumetria das fachadas para aplicação do revestimento de argamassa através de medidas topográficas em relação à linha de prumada por meio de diastímetro a fim de comparar a relação custo-benefício do material empregados sendo ambos apropriados em dois edifícios residenciais localizados na cidade Belém no estado do Pará, observados durante o processo construtivo de cada obra.

No **capítulo 5** - são apresentadas as conclusões e recomendações que sintetizam as considerações finais de acordo com a metodologia aplicada na pesquisa e os objetivos da dissertação, bem como as recomendações para a aplicação da mesma para futuros trabalhos.

A Figura 01 a seguir ilustra a abordagem desta pesquisa:

Figura 1: Abordagem da Pesquisa



2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização desta pesquisa foi utilizado uma base teórica fundamentada em trabalhos anteriores de acordo com a sequência deste texto.

A tecnologia no monitoramento de deslocamento vertical de grandes estruturas em obras de engenharia por levantamentos topográfico-geodésicos ocorre desde há muitas décadas, quando então se baseava principalmente, na observação de ângulos, distâncias e desníveis. Para tanto, se usavam procedimentos tais como: a triangulação, a trilateração e o nivelamento. Caracterizavam-se por uma maior morosidade na fase de aquisição de dados, sendo estes registrados manualmente e processados dentro de limites computacionais mais estreitos daqueles que se dispõe atualmente.

Henneberg (1972) apud Bueno (2007) cita como recordação histórica os trabalhos desenvolvidos na Suíça no ano de 1919 para investigação de muros de contenção através das redes clássicas trigonométricas. Nas décadas seguintes as pesquisas e o desenvolvimento tecnológico permitiram ultrapassar fronteiras.

Avanços tecnológicos recentes têm propiciado o surgimento de equipamentos mais precisos e abrangentes e técnicas de medição que desempenham papel importante na avaliação do comportamento das estruturas em todos os estágios de sua vida útil. A importância do trabalho decorre da necessidade do engenheiro em se engajar com essas novas técnicas da mensuração, para que possa aplicá-las convenientemente; destacam-se neste trabalho as técnicas e equipamentos usados pela Topografia e Geodésia aplicadas à Engenharia Civil.

O maior e mais significativo avanço na Topografia/Geodésia é relativamente recente, revolucionando as técnicas de medição e proporcionando operacionalidade, economia e precisão marcantes: os medidores eletrônicos de distâncias (MED). A partir do final das décadas de 1940 e 1950 com o aparecimento dos primeiros MED, o Geodímetro e o Telurômetro, a instrumentação topográfica e geodésica teve avanços históricos que chegaram às Estações Totais, pioneiramente na Alemanha, em 1971, para depois se difundirem. As Estações Totais, fruto da “soma” dos teodolitos eletrônicos com os MED mais uma CPU, são equipamentos que além de terem a capacidade de medição de ângulos e distâncias podem armazenar dados e realizar cálculos.

Além dos MED tem-se uma nova tendência de utilização em sistemas geodésicos, pois a tecnologia GPS (Global Positioning System) tem sido crescentemente usada no monitoramento de estruturas. O GPS é um sistema de multipropósitos que permite ao usuário determinar suas posições expressas em latitude (Φ), longitude (Λ) e altura elipsoidal (h), em função das coordenadas cartesianas (X, Y, Z) em relação ao centro de massa da Terra. A grande vantagem desse sistema é a sua capacidade de integração com outros sistemas.

As modernas técnicas de investigação e monitoramento de estruturas incluem também a Fotogrametria Digital e os Sensores de fibra óptica.

A evolução dos equipamentos de mensuração, bem como a multiplicidade de soluções e aplicações tem avançado a velocidade inimaginável há bem pouco tempo; um dos equipamentos oriundos dessa evolução é o Laser Scanning (LS), integrante dos sistemas LIDAR (Light Detection and Ranging); tem francas possibilidades de expansão no mercado para aplicações diversas, incluindo a modelagem digital de terrenos (DTM) e levantamentos topográficos, e cujas características estão sendo aproveitadas em pesquisas de integração com a Fotogrametria.

Sugiram tecnologias como distanciômetros eletrônicos, aperfeiçoou-se a fotogrametria, desenvolveram-se sistemas de satélites de posicionamento e imageamento, evoluíram os sistemas inerciais, incorporou-se a informática, as leituras de código de barras, o reconhecimento automático de alvos e mais recentemente surgiram os sistemas de varredura a laser. Ainda hoje, em certos casos, os métodos clássicos eficientes, porém evoluídos em relação aqueles do princípio, diferindo apenas pela precisão instrumental, registro eletrônico, tomada de imagens, o uso de equipamentos robóticos e programas computacionais que ampliaram sobremaneira a capacidade de aquisição, processamento e tratamento dos dados. Além das tecnologias, novas teorias e metodologias, proporcionaram maior eficiência e ampliam os horizontes topográfico-geodésicos.

Segundo US Army (2004) apud Chaves et al.; (2014), a “instrumentação é uma ferramenta usada para monitorar e verificar o desempenho do projeto como construído” (“as built”).

Ao se fazer uso de instrumentação adequada, é possível monitorar e avaliar o desenvolvimento de um projeto de engenharia, tanto na fase de construção como em todas as condições operacionais da estrutura.

Assim, identificam-se as falhas na estrutura que possam ocasionar perdas de vidas, materiais empregados ou até operacionais.

Os dados gerados no monitoramento de uma estrutura são de extrema importância, pois de acordo com US Army (2004) apud Chaves et al.; (2014), “fornecem uma visão real do comportamento da estrutura em relação todas as condições de funcionamento do projeto [...] e fornecer uma base para prever o comportamento futuro”.

Segundo (Laier, 2000) apud (Larocca, 2004), a análise dinâmica, de uma estrutura, tem por objetivo determinar deslocamentos (restrições de projeto), velocidade e acelerações (conforto dos usuários), esforços internos, tensões e deformações (fadiga do material que compõe a estrutura). Assim, a análise permite diagnosticar o estado real de conservação da estrutura (independente do aspecto externo), prever seu tempo de vida útil e determinar soluções econômicas de recuperação, de modo a prolongar a durabilidade da obra.

Çelebi et al.; (1988) apud Bueno (2007) propõe um método para monitoração de edifícios altos com estrutura de aço, baseado na tendência de oscilação destas estruturas dentro de períodos medidos em segundos e variando entre os extremos $(0,05 - 0,015) \times N$, sendo N o número de andares. Em seus experimentos Çelebi, já citado, empregou o GPS acoplado a barras de aço, simulando edifícios. Obteve a determinação de frequências de 0,0245 Hz a 0,296 Hz e uma taxa de amortecimento de 2% fazendo as barras oscilarem até 0,4 m. Em 1999 apresentou resultados para um edifício de 44 andares, com deslocamento de até 1 cm e frequência de 0,23 Hz apesar dos ruídos das observações GPS, comparando-os com os acelerômetros.

De acordo com Neto (2016) atualmente, a evolução tecnológica chegou com a “Topografia com Drones” uma tecnologia de aquisição de dados da Fotogrametria, assim como a Estação Total é a tecnologia de aquisição de dados da Topografia.

A Fotogrametria coleta informações dos objetos remotamente, ou seja, não é necessária que ocupe o objeto de interesse, enquanto a Topografia utiliza o solo como meio de aquisição de dados, a Fotogrametria utiliza o espaço aéreo e ambas

as ciências tem o mesmo objetivo “coletar informações georreferenciadas” e representar estas em forma de mapa.

No caso da “Topografia com Drones”, ou melhor, “Fotogrametria com Drones”. O conceito a define como “*a ciência que captura informações de objetos em solo sem contato direto entre este e o sensor*”, ou seja, não precisa percorrer o terreno para capturar informações pode realizar isso de forma remota. Independente do termo utilizado, o uso dos drones para coletar informações do terreno é uma evolução tecnológica da ciência chamada fotogrametria. As principais mudanças que ocorreram com a chegada dos drones foram à diminuição dos custos, logística e facilidade na operação.

Ainda segundo Neto (2016) como definições de Topografia pode citar:

- a descrição ou delineação exata e pormenorizada (detalhada) de um terreno, de uma região, com todos seus acidentes geográficos; topologia.
- Configuração de uma extensão de terra com a posição de todos os seus acidentes naturais ou artificiais. Portanto, do ponto de vista das geociências o correto é “fotogrametria com drones”, agora do ponto de vista literal da expressão pode-se dizer que é realizado a topografia do terreno através de drones.

Em um trabalho de mapeamento aéreo, o drone é apenas uma ferramenta, ou seja, ele é meio e não o fim. O mapeamento aéreo com drones não é um trabalho artístico, é um trabalho de engenharia. Não são fornecidas imagens aéreas e sim dados, indicadores qualitativos e quantitativos para uma gestão estratégica do terreno.

Hoje ao “scanear” um terreno pode-se gerar uma nuvem de pontos, que seria a representação gráfica de uma malha de milhões de pontos que possuem coordenadas de x, y e z, esses pontos quando jogados em um software específico geram um terreno em 3D com suas elevações bem definidas. Essa ferramenta pode ajudar não só engenheiros de obras, mas também estudiosos de geografia e geofísica.

Tudo isso contribui para níveis elevados de eficiência durante as diferentes fases de um empreendimento. A construção é uma indústria, onde até mesmo pequenos ganhos em eficiência e flexibilidade podem colher bilhões em economias.

Com isso em mente, não é nenhuma surpresa real que os engenheiros estão lentamente abraçando a chamada "Revolução Drone". Agora, os drones estão começando a dominar todos os 4 estágios da engenharia e arquitetura, como: fase de pré-construção, fase de construção, fase de pós-construção e, finalmente, e mais significativamente a fase de manutenção e vistoria. (NETO, 2015).

Neste novo cenário tecnológico que a Fotogrametria está inserida a utilização dos pontos de controle é para aumentar a acurácia do mapeamento.

De acordo com Neto, (2015) os pontos de controles utilizados para aumentar a acurácia do seu mapeamento aéreo. Podem ser: os alvos naturais (Figura 2), bem comuns em projetos de mapeamento aéreo de zonas urbanas, como neste tipo de projeto há um grande nível de detalhes em solo é possível utilizar estes que também estarão visíveis na imagem.

Como ponto de controle, pode-se utilizar o canto de uma faixa de pedestre, uma esquina, intersecções visíveis, neste caso o projeto ganha uma velocidade maior em sua execução, já que é possível iniciar a coleta dos pontos de controle com grande antecedência ao voo ou após a execução do voo, já que estes alvos naturais não serão removidos do solo.

Figura 2: Ponto de Controle – Alvo Natural



Fonte: NETO, 2015.

No caso de áreas rurais, estes terrenos geralmente homogêneos não apresentam detalhes para serem aproveitados como alvos. São utilizados alvos artificiais (Figura 3) que são implantados no terreno e que aparecem nas imagens, este tipo de levantamento é chamado de voo pré-sinalizado.

Figura 3: Ponto de controle – Alvo Artificial



Fonte: NETO, 2015.

Em artigo recente publicado pela H2BIM, (2017) com o tema de como essa tecnologia poderia se encaixar na engenharia? É definida como equipamento de captura de dados, sendo assim na área da topografia uma ótima ferramenta de análise de terreno.

O autor H2BIM, (2017) cita que durante a pré-construção, o projeto está em sua fase de planejamento é alimentado pausadamente e com atenção pelos arquitetos e engenheiros. A principal atividade durante esta fase é documentação topográfica. Os drones fornecem visões exatas e rápidas de grandes terrenos e áreas de alto risco, garantindo assim que a bibliografia da condição da terra é precisa. Estes dados são utilizados para programação e planejamento das atividades de construção que devem ocorrer no local.

Conforme H2BIM (2017), no levantamento local usando drones quando do emprego de métodos convencionais de nuvem de pontos, existem possibilidades de uma topografia irregular. A vantagem da visão aérea dos drones garante a geração de dados em toda região com consistência idêntica na precisão e na sua densidade. Estes dados são usados para criar um Modelo de Informação da construção (BIM), que mostra terreno e o edifício após o final da construção da obra.

Conforme H2BIM, (2017), durante a fase de construção, há inúmeras dificuldades a serem tratadas. Uma dessas dificuldades é a documentação adequada do cronograma de progresso do projeto. Normalmente, um técnico atravessa o terreno com a finalidade de fazer um registro fotográfico em pontos aleatórios e, em seguida, preparar todo o relatório do terreno com base na limitação destas fotografias. Os dados em tempo real adquiridos por sensores de detecção de

luz montados nos drones ajudam criar nuvens de pontos ou Modelos de Informação de Edifícios (BIM) que podem ser diretamente alimentados na linha de *software* da Autodesk, como BIM, Inventor, AutoCAD e Revit. As nuvens de pontos ou Modelos de Informação de Edifícios (BIMs) podem ser ainda utilizadas para recuperar informações relevantes, segundo o engenheiro.

A fase de pós-construção é tão problemática quanto à fase de construção. Avaliação de edifícios altos e outras estruturas complexas são muitas vezes uma tarefa tediosa a olho nu. Inspecionar um telhado de edifício usando o sistema do multi-rotor é uma maneira econômica e segura do que usando métodos convencionais (H2BIM, 2017).

2.1 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Segundo a NBR 13133/1994, os objetivos da execução de um levantamento topográfico são: “Informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projeto; Informações sobre o terreno destinadas a anteprojetos ou projetos básicos; Informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos e conhecimento geral do terreno, tais como o relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento” (ABNT, 1994).

Existem diversos tipos de levantamentos topográficos planimétricos, a saber: Triangulação, que é utilizado para pequenas áreas; Irradiação, no qual se instala um ponto dentro da área levantada e se determina o azimute e a distância para cada um dos vértices de tal área; Interseção, que é utilizada para pontos inacessíveis; e, Poligonação ou Caminhamento, consistindo em um conjunto de pontos de referência no qual se podem determinar detalhes ou se adensar determinada região.

As poligonais podem ser abertas, fechadas ou enquadradas. As abertas começam em um ponto e terminam em outro. As fechadas começam e terminam em um mesmo ponto, e as enquadradas partem de dois pontos conhecidos e terminam em dois outros pontos de coordenadas conhecidas (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012) apud (SILVA; CHAVES, 2014).

2.1.1 Triangulação e Trilateração

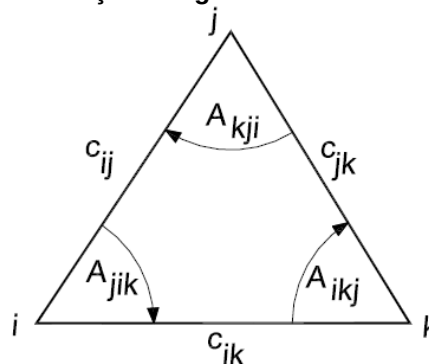
O método de triangulação é um dos métodos mais antigos utilizados para a determinação de coordenadas horizontais de pontos e tem sido uma técnica

amplamente empregada para fins de monitoramento de estruturas. Entende-se por triangulação o procedimento em que se obtêm figuras geométricas a partir de triângulos, justapostos ou sobrepostos, formados por meio da medição dos ângulos subtendidos por cada vértice (IBGE, 1983).

A trilateração é um processo semelhante à triangulação, porém, ao invés de serem observados os ângulos, os lados dos triângulos é que são observados, trabalhando-se, portanto, com as distâncias lidas eletronicamente com as Estações Totais (KRELLING, 2006) apud (CRUZ MOURA, 2008).

Embora possa ser empregada na maioria dos casos em que seja viável a triangulação, a trilateração é mais indicada para os casos onde a medição angular é impossível ou muito difícil; os ângulos são obtidos em função dos lados (Figura 4), se utilizando a lei dos cossenos (teorema de Carnot):

Figura 4: Trilateração - ângulos e lados de um triângulo



Fonte: HENRIQUES et al, 2003 apud CRUZ MOURA, 2008.

Equação 1

$$\cos A_{jik} = \frac{c_{ij}^2 + c_{ik}^2 - c_{jk}^2}{2 \cdot c_{ij} \cdot c_{ik}}$$

2.1.2 Irradiação

Estando as coordenadas de uma rede de poligonação ajustadas, é usual a utilização do método da irradiação para a determinação das coordenadas de pontos objeto, principalmente quando localizados em lugares inacessíveis.

A técnica da irradiação consiste na realização das leituras angulares e da distância para o ponto-objeto, trabalhando num esquema de coordenadas polares. Este procedimento pode ser realizado empregando-se os MED que funcionam com laser visível e não necessitam de um prisma refletor ou os MED tradicionais, porém,

neste caso deve-se dispor de refletores posicionados na estrutura a ser monitorada (KRELLING, 2006) apud (CRUZ MOURA, 2008).

2.1.3 Interseções

As interseções podem ser utilizadas sempre que exista a impossibilidade de estacionar o equipamento (teodolito ou estação total) em um ou mais vértices de um triângulo. São classificadas em:

- interseção à vante ou direta;
- interseção lateral;
- interseção à ré (problema de Pothénnot).

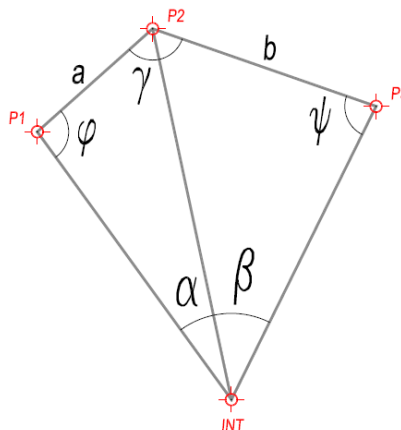
Nos dois primeiros casos, em que apenas um dos pontos não é ocupado pelo instrumento, obtém-se a solução analítica pela aplicação da lei dos senos:

Equação 2

$$\frac{c_{jk}}{\text{sen}A_{jik}} = \frac{c_{ik}}{\text{sen}A_{kji}} = \frac{c_{ij}}{\text{sen}A_{ikj}}$$

Na interseção à ré conhecida tradicionalmente por problema de Pothénnot, o equipamento é estacionado no ponto-objeto e são observados os ângulos horizontais formados pelas direções de visada para os pontos cujas coordenadas são conhecidas (Figura 5). Eventualmente podem também ser lidas as distâncias com a Estação Total para reforçar a solução do problema.

Figura 5: Interseção à ré ou problema de Pothénnot



Fonte: HENRIQUES et al, 2003 apud CRUZ MOURA, 2008.

A determinação das coordenadas do ponto-objeto segue os preceitos da geometria e da trigonometria, sendo a solução do problema as expressões seguintes:

Equação 3

$$\varphi + \psi = [360^\circ - (\alpha + \beta + \gamma)]$$

$$\cot g\psi = \frac{b \cdot \operatorname{sen}\alpha}{a \cdot \operatorname{sen}\beta \cdot \operatorname{sen}(\varphi + \psi)} + \cot g(\varphi + \psi)$$

Onde:

α, β - ângulos horizontais observados;

P1, P2, P3 - pontos de coordenadas conhecidas;

γ - ângulo horizontal determinado pela diferença dos azimutes das direções formadas pelos pontos P1, P2 e P2, P3;

a, b - distâncias determinadas analiticamente a partir das coordenadas de P1, P2 e P3.

2.1.4 Poligonação

A poligonação é um dos métodos mais empregados para a determinação de coordenadas de pontos, principalmente para a definição de apoio planimétrico de alta precisão. É possível a determinação simultânea da altimetria pelo processo de nivelamento trigonométrico e das coordenadas tridimensionais desses pontos.

Uma poligonal é uma série de linhas consecutivas para as quais são determinados os comprimentos e direções, obtidos por meio de medições em campo realizadas normalmente com a Estação Total sobre os pontos-estação materializados no terreno ou na estrutura a auscultar.

O levantamento de uma poligonal é realizado usando-se o método do caminhamento, que consiste em percorrer o itinerário definido pela série de pontos-estação medindo-se todos os ângulos e distâncias e, eventualmente, uma orientação inicial (KRELLING, 2006) apud (CRUZ MOURA, 2008).

As poligonais classificam-se em:

- poligonais abertas;
- poligonais fechadas;
- poligonais enquadradas.

As poligonais abertas, por terem amarração apenas em um lado conhecido, não têm um controle maior dos erros inerentes aos processos de medição para além daquele derivado das boas técnicas de operação e de cálculo, pelo que devem ser

entanto, esta separação proporciona resultados finais de ordem centimétrica, mas, ainda assim é muito utilizado em trabalhos topográficos, os quais dispensam precisão de ordem milimétrica.

Para a determinação das coordenadas de um ponto, empregando este método, é necessário o conhecimento das coordenadas de dois pontos, que servem de base. A partir desta base são medidas as direções para a obtenção dos azimutes das visadas realizadas.

2.1.5.2 *Método Topográfico-Trigonométrico*

Conforme Moreira (1998) apud Granemann, (2005, p26), este método difere do Método de Interseção Espacial Trigonométrico sob dois aspectos:

- as coordenadas horizontais do alvo são calculadas pela Lei dos senos e não em função das tangentes dos azimutes das linhas de visada entre as estações fixas e o alvo;
- a coordenada vertical é calculada em função dos lados do triângulo espacial, cujos vértices são dois pontos fixos e o alvo, e não através das distâncias entre as coordenadas horizontais do alvo e as de cada ponto fixo.

De acordo com o mesmo autor, o método admite que as linhas de visada sejam concorrentes no alvo, e que o erro angular em cada triângulo está implícito no ângulo do vértice, isto é, no ângulo de interseção dessas linhas. Este erro engloba tanto aqueles referentes ao operador, às condições ambientais, aos defeitos sistemáticos do aparelho, às dificuldades de enquadramento do alvo e todos os outros fatores que possam influenciar na medição angular. Os defeitos sistemáticos do aparelho dizem respeito a sua aferição e calibração, que visam o controle e a redução daqueles.

No presente método as coordenadas horizontais e verticais do alvo são calculadas separadamente. Mesmo assim, os erros cometidos nas leituras dos ângulos horizontais influenciam no cálculo das coordenadas verticais. Essa dependência ocorre porque as distâncias, em todas as combinações, são calculadas em função dos ângulos internos de cada triângulo, que por sua vez são calculados em função das direções, que são calculados em função dos ângulos horizontais, fazendo com que os erros dos ângulos horizontais sejam propagados às coordenadas verticais dos alvos.

O método destina-se à determinação das coordenadas de pontos fixos, bem como visa estabelecer a estimativa das precisões destas determinações. Para isso, utilizam os conceitos básicos da Topografia Clássica e da Trigonometria, combinados com a ideia de visualização de um ponto de referência simultânea por todos os aparelhos envolvidos no processo. O objetivo do método é determinar as coordenadas dos alvos e as suas precisões.

2.1.5.3 Interseção Espacial Analítica

Neste método as coordenadas espaciais do alvo são calculadas conjuntamente em função dos ângulos horizontais e verticais observados. Assim, erros cometidos na leitura de ângulos verticais influenciam no valor das coordenadas horizontais do alvo, bem como os erros cometidos na leitura de ângulos horizontais influenciam na coordenada vertical.

2.1.6 Método Polar

É o mais simples dos métodos, diferindo-se dos citados anteriormente pelo fato de necessitar, além do ângulo zenital e do azimuth, também da distância inclinada entre o alvo e o ponto onde o equipamento de medida está estacionado. Primeiramente define-se um sistema de referência (x, y, z) local, em seguida orienta-se o equipamento, realizando-se as leituras horizontais e verticais. Além disso, são tomadas, eletronicamente, as distâncias inclinadas para a execução dos cálculos. Mais detalhes sobre o método podem ser encontrados em (MOREIRA, 1998) apud (GRANEMANN, 2005 p28).

De acordo com o Department of Army (1994) apud Granemann (2005, p14), os procedimentos gerais para monitorar a deformação de uma estrutura envolvem a medida de deslocamentos espaciais de pontos selecionados (alvos), a partir de pontos de referência, os quais têm suas posições controladas. Quando os pontos de referência estão localizados na estrutura, apenas deformação relativa pode ser determinada desses aparelhos em relação ao alvo (MOREIRA, 1998) apud (GRANEMANN, 2005 p28).

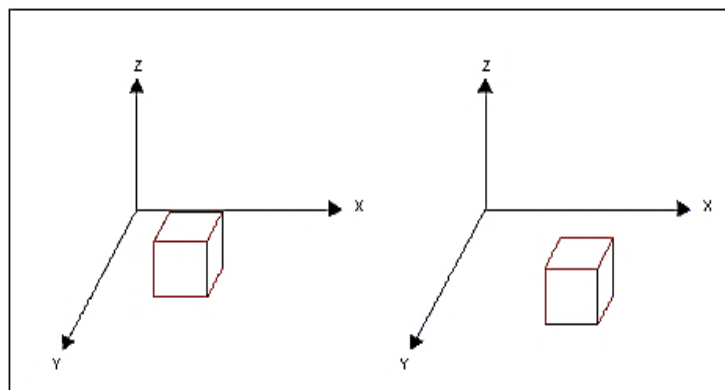
2.2 DESLOCAMENTO E DEFORMAÇÃO DE UMA ESTRUTURA

De acordo com Santos (1999), apud Mendonça, Silva e Chaves (2014), “podem ser definidos como sendo todo corpo capaz de receber e transmitir forças”. O mesmo autor ainda diz que este conceito pode ser aplicado a estruturas de maior proporção, como as construídas pelo homem, tais como edifícios, barragens, entre outros.

A deformação pode ser definida como a mudança da forma do corpo em relação ao seu estado original, envolvendo sua forma e dimensão, a partir de sua posição em um sistema de referência inicial. Estas podem ocorrer devido à ação de forças externas, ou, tensões do próprio corpo.

De acordo com Chaves (1994, p3) apud Granemann (2005, p.33) as mudanças geométricas de uma estrutura podem ocorrer na geometria externa, caracterizando um deslocamento da estrutura (Figura 7) como um todo, ou na geometria interna, caracterizando uma deformação. No caso de um deslocamento, a geometria externa permanece a mesma, sofrendo apenas uma variação na posição e ou orientação do objeto. Na deformação (Figura 8), o objeto muda de posição, porém mantém a sua forma. Em se tratando de um deslocamento, o mesmo pode ser horizontal ou vertical, bem como envolver apenas uma translação e ou rotação. Cabe salientar que um deslocamento não necessariamente provoca uma deformação.

Figura 7: Deslocamento

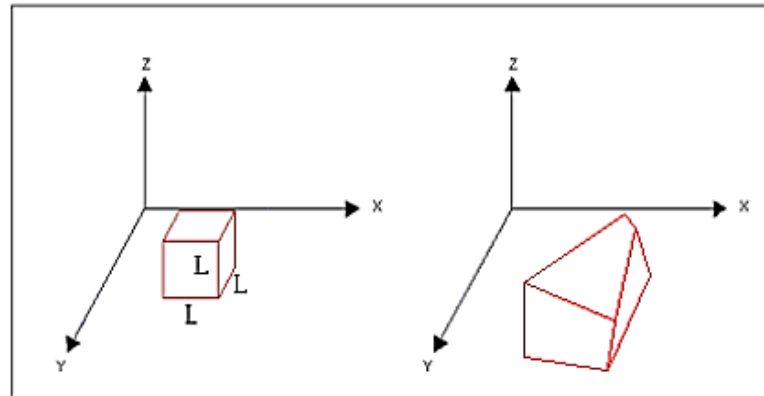


Fonte: NADAL et.; al. 2004 apud GRANEMANN, 2005.

Quando ocorre uma deformação há uma mudança da geometria interna, alterando-se a forma e ou tamanho da estrutura. Na deformação pode-se perceber

que o objeto sofreu, além de um deslocamento, uma alteração em sua forma nas direções X, Y e Z, caracterizando uma deformação.

Figura 8: Deformação



Fonte: NADAL et.; al. 2004 apud GRANEMANN, 2005.

Gagg (1997, p.4) apud Granemann (2005, p.35) afirma que, se comparada com outros tipos de levantamentos, as medidas de deformação têm as seguintes características:

- necessidade de alto grau de acuracidade;
- repetibilidade de observações;
- integração de diferentes tipos de observações;
- análise dos dados adquiridos através de programas computacionais;
- necessidade de amplo conhecimento interdisciplinar para uma interpretação física correta do fenômeno.

2.2.1 Danos Estruturais

O monitoramento é realizado para detectar danos que possam interferir a integridade da estrutura. Podem ocasionar vários tipos de danos, advindos do próprio desgaste do material com o passar dos anos, movimentações da superfície terrestre ou pelo próprio homem, como acidentes ou vandalismo. De acordo com Maio (2011) apud Mendonça, Silva e Chaves (2014), “os danos mais comuns são fissuras, delimitação e deslocamentos”.

Segundo o mesmo autor, o efeito do dano na estrutura pode ser classificado como linear ou não linear. O dano linear é aquele em que a estrutura apresenta comportamento linear elástico, ou seja, mantém o mesmo comportamento, após o

surgimento do dano. Quando o dano for não linear, a estrutura apresenta um comportamento linear elástico, mas passa a se comportar de forma não linear após o respectivo dano. Utilizando-se de métodos de monitoramento de estruturas, torna-se vantajoso, pois com este é possível identificar um dano à estrutura, em seu estágio inicial.

2.2.2 Medições de Deformações em Estruturas

Um plano de instrumentação e observação deve ser adequado às características de cada estrutura de acordo com o seu porte, finalidade e utilização, e deverá abranger (SÊCO E PINTO, 2006) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- grandezas a observar;
- características dos equipamentos;
- cuidados na instalação;
- aquisição de dados;
- tratamento da informação;
- limites da atenção e de alerta;
- inspeções visuais.

As principais grandezas monitoradas pela instrumentação são (MATOS, 2002) apud CRUZ MOURA, 2008:

- deslocamentos;
- deformações e tensões;
- temperatura;
- níveis piezométricos em fundações;
- pressões de água;
- vazões.

As medições necessárias para a completa interpretação dos fenômenos de uma estrutura de concreto visando à avaliação do seu comportamento, e não somente à segurança estrutural são (MATOS, 2002) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- deslocamento horizontal;
- deslocamento angular;
- deslocamento diferencial entre blocos;
- tensão no concreto;
- tensão na armadura;

A análise dos trabalhos de Chaves (2001), Zocolotti Filho (2005), Granemann (2005), Krelling (2006) e apud Cruz Moura (2008), conduz à compreensão de que a classificação dos métodos de monitoramento de deformações em estruturas é, de forma geral, apresentada em dois grandes grupos: os métodos topográfico-geodésicos, e os métodos geotécnicos.

Os métodos topográfico-geodésicos são utilizados para detectar movimentos absolutos e abrangem:

a) métodos geodésicos convencionais

- redes geodésicas de monitoramento: absoluto e relativo;
- redes horizontais de monitoramento: redes de triangulação, redes de trilateração e redes de triangulateração;
- movimentos verticais: nivelamento geodésico de primeira ordem.

b) método fotogramétrico

- fotogrametria terrestre.
- técnicas espaciais
- VLBI – Very Long Baseline Interferometry;
- SLR – Satellite Laser Ranging;
- GPS – Sistema de Posicionamento Global.

No caso específico do tema deste trabalho interessam os métodos topográfico-geodésicos de medição e respectivos equipamentos referentes à mensuração de controles da verticalidade da estrutura em prédios altos e mapeamento de revestimento de fachada.

2.2.3 Métodos Convencionais

As medições de deformação por métodos topográfico-geodésicos realizam-se em dois tipos de rede: absoluta e relativa (CHAVES, 2001) apud (CRUZ MOURA, 2008).

A rede absoluta ou rede de referência é constituída pelos pontos estabelecidos fora do corpo deformado, servindo como pontos de referência para a determinação dos deslocamentos absolutos dos pontos do objeto investigado. O principal problema na análise geométrica duma rede absoluta é a identificação dos pontos de referência estáveis.

Na rede relativa ou objeto todos os pontos estão no objeto investigado com a finalidade de identificar o modelo de deformação causado pelas forças e tensões atuantes, pelos deslocamentos relativos do corpo rígido e pelos deslocamentos pontuais. A análise de uma rede relativa (objeto) depara-se com a determinação do modelo de deformação nos domínios espacial e temporal.

Os vértices das redes podem ser classificados, quanto à sua função, em (CASACA et al., 2007) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- a) pontos-objeto: aqueles cujo deslocamento é uma variável de controle;
- b) pontos de referência: aqueles que se destinam a constituir a rede de referência, cuja posição pode ser considerada fixa ao longo do tempo ou cujos deslocamentos podem ser determinados por outros métodos (p. ex.: por GPS);
- c) pontos auxiliares: aqueles que se destinam a reforçar a configuração geométrica da rede.

Os vértices também podem ser classificados, quanto à sua função operativa, em (CASACA et al., 2007) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- d) pontos-estação: aqueles em que se realiza o estacionamento dos instrumentos de medição (teodolitos, estações totais, níveis ópticos) e que necessitam de acesso fácil e boas condições para as operações de medição;
- b) pontos-alvo: aqueles que se destinam a suportar os prismas dos MED, alvos de encaixe orientavam miras de apoio inferior ou superior, etc., que necessitam de acesso fácil, ou ainda alvos de pontaria óptica imóveis em locais inacessíveis.

Ainda no tocante aos métodos geodésicos, em trabalhos de monitoramento de grandes estruturas é usual associar diferentes técnicas utilizando-se métodos mistos, como o posicionamento por GPS para a determinação de coordenadas planas dos pontos e o nivelamento geométrico de precisão para o controle altimétrico. É comum a utilização de um conjunto de pontos denominado rede de monitoramento para a elaboração de tais atividades.

Os levantamentos topográfico-geodésicos, utilizando uma rede de pontos interconectados por ângulos e ou medidas de distância, usualmente proporcionam suficiente redundância de observações para análises estatísticas de qualidade e

detecção de erros. Esta técnica proporciona informações globais sobre o comportamento do objeto deformável, enquanto as medições geotécnicas proporcionam informações localizadas (ZOCLOTTI FILHO, 2005) apud (CRUZ MOURA, 2008).

As técnicas de mensuração topográfico-geodésicas visam detectar se um ponto ou conjunto de pontos tem variação nas suas coordenadas (planimétricas e/ou altimétricas) ao longo do tempo; para tanto, as medidas com a finalidade de monitoramento devem ser realizada tanto horizontal como verticalmente, com o objetivo de determinar as coordenadas tridimensionais dos pontos. Os resultados obtidos indicam se os pontos tiveram suas coordenadas modificadas (deslocamento). Em comparação com outros tipos de levantamento as medidas de deslocamento têm as seguintes características (ZOCLOTTI FILHO, 2005) apud (CRUZ MOURA, 2008).

- necessidade de alto grau de acuracidade;
- repetibilidade de observações;
- integração de diferentes tipos de observações;
- análise estatística dos dados adquiridos.

A estimação dos deslocamentos baseia-se em relações diferenciais entre as variações das grandezas observáveis de uma rede e as correspondentes variações das coordenadas dos vértices dessa rede.

2.2.4 Controles Horizontais de Obras de Engenharia Civil

Monitorar uma estrutura consiste em analisar e controlar os dados de medições ao longo de certo período de tempo, com finalidade de fornecer dados que irão refletir na movimentação da estrutura ao longo do tempo.

Segundo Ashenazi et al. (1980) apud Aguirre (2001) apud Mendonça, Silva e Chaves (2014), uma rede de monitoramento se constitui em um determinado número de pontos de controle (horizontais, verticais ou ambos) e uma grande quantidade de observações.

Aguirre (2001) apud Mendonça, Silva e Chaves (2014) demonstra que os parâmetros descritores da geometria de deformação podem ser definidos por três funções básicas $u(x, y, z)$, $v(x, y, z)$ e $w(x, y, z)$, os quais representam os

deslocamentos dos segmentos dx , dy e dz , respectivamente. No caso de controle horizontal, consideram-se os valores de dx e dy .

Estes deslocamentos podem ser detectados com base na comparação de dois conjuntos de coordenadas estimadas em épocas diferentes.

2.2.5 Determinações de Deslocamento, Uni, BI e Tridimensionais.

Para se atingir o objetivo do monitoramento, isto é, a determinação de deslocamentos, sejam eles considerados uni (1D), bi (2D) ou tridimensionalmente (3D), os trabalhos seguem normalmente um cronograma que atenda primeiramente à instalação dos pontos-estação da rede para então se proceder às observações dos pontos-objeto. As configurações de geometria e rigidez dependem de cada obra e situação específicas.

A definição de uma rede de monitoramento envolve quatro etapas (KRELLING, 2006) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- a) especificação: necessidade de conhecimento a priori da grandeza dos deslocamentos, também uma condição para estabelecer a precisão dos equipamentos utilizados;
- b) concepção: etapa que visa a atingir a melhor configuração das estações de controle de observação;
- c) implantação: etapa de maior custo, que envolve técnicas de medição e problemas tais como centragem do instrumento, pontaria aos alvos e nivelamento dos equipamentos;
- d) análise: etapa na qual as observações são estatisticamente analisadas; nesta etapa, a análise estatística consiste na detecção de erros grosseiros, estimação de parâmetros e comparação entre conjuntos de dados provenientes de épocas diferentes. Esta análise procura determinar as variações das coordenadas. Nesta etapa é feito também um estudo de otimização da rede do ponto de vista da confiabilidade interna.

A utilização dos métodos anteriormente descritos pode ser feita de forma isolada ou combinada. Como exemplo de utilização de métodos combinados pode-se citar a triangulação clássica, realizada com teodolito óptico-mecânico para a determinação das coordenadas planimétricas dos pontos, e o nivelamento

geométrico para a determinação das coordenadas altimétricas desses mesmos pontos.

2.2.6 A Integração entre Sistemas de Monitoramento

A aplicação de sistemas integrados no monitoramento de estruturas (Figura 9), tem tido notável desenvolvimento, como por exemplo, a integração de GPS com Estações Totais, onde os pontos de referência têm as suas coordenadas determinados por GPS e os pontos-objeto por Estações Totais. Todo o processo de medição poderá ser acompanhado em tempo real por intermédio de softwares específicos, possibilitando comparações com os dados obtidos pelos procedimentos geotécnicos e ajudando na tomada de decisões.

Figura 9: Integração entre sistemas para monitoramento de estruturas: GPS e Estações Totais



Fonte: SILVA, 2006 apud CRUZ MOURA, 2008.

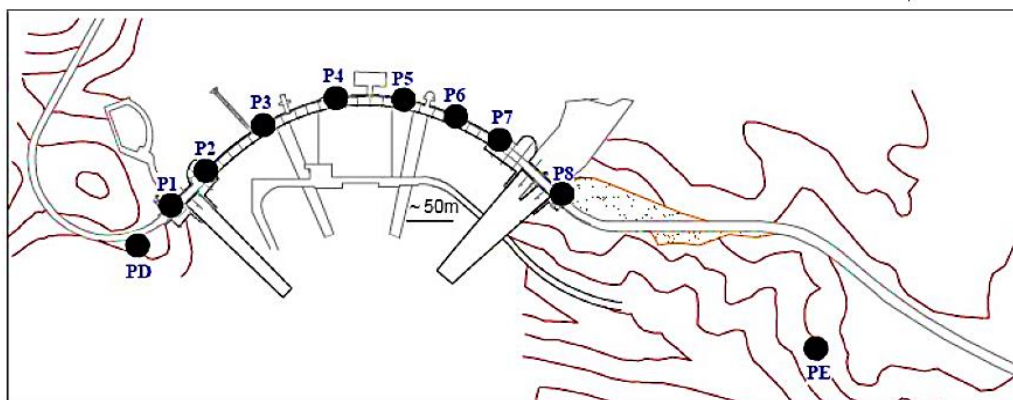
2.2.6.1 Exemplo de Aplicação de Poligonação em Monitoramento

Os recursos disponibilizados pelas Estações Totais permitem a determinação das coordenadas tridimensionais com conforto, economia e confiabilidade. Existem hoje no mercado as chamadas Estações Totais robotizadas, que tem servo-motores e algoritmos para reconhecimento automático de alvos (ATR), que podem ser programadas e efetuar as observações de forma automatizada, sem a necessidade da presença de um operador.

Um exemplo de aplicação de poligonais em monitoramento (Figura 10) é o trabalho apresentado por Henriques et al. (2003) apud Cruz Moura, (2008): Os ângulos horizontais foram medidos recorrendo-se ao sistema de reconhecimento automático de alvos (ATR) de uma Estação Total robotizada (Leica TCA2003) e com um teodolito eletrônico convencional (Leica T2002) com precisão angular nominal igual.

A poligonal foi executada com dez pontos, sendo dois pontos de referência (PD e PE) situados nas margens do rio, e oito pontos-objeto (P1 a P8) situados no coroamento da barragem. Todos os pontos foram materializados com dispositivos de centragem forçados; ultrapassagem para uma posição central no topo de pilares geodésicos providos de isolamento térmico; os pilares geodésicos dos dois pontos de referência tiveram as suas fundações de concreto de base alargada executadas em rocha e os oito pontos-objeto foram posicionados nos mesmos perfis dos pêndulos invertidos da barragem. As distâncias entre os pontos variaram aproximadamente de 55 m até 340 m.

Figura 10: Poligonal em coroamento de barragem



Fonte: HENRIQUES et al, 2003 apud CRUZ MOURA, 2008.

Foram utilizados métodos de inferência estatística para testar a exatidão da medição angular automática comparada com o método convencional de medição; os resultados obtidos levaram os autores à conclusão da compatibilidade do processo, sendo possível a substituição do teodolito pelo equipamento com servo-motor e reconhecimento automático de alvos (ATR). Com a vantagem de se poder usar um só equipamento para efetuar as medições, certamente, será necessários menores períodos de tomada das observações (medições), ocorrendo à simplificação da

análise dos dados na fase de pré-processamento e ainda a possibilidade de redução da equipe de campo.

2.2.7 Determinações da NBR 13133:1994

A NBR 13133:1994 preconiza que as medições angulares sejam efetuadas sem séries de leituras conjugadas; para efeito de aceitação dos resultados deve ser realizada a verificação do desvio das observações em relação ao seu valor médio calculado, com a rejeição daquelas discrepantes da precisão nominal do teodolito mais que três vezes. A NBR 13133:1994 recomenda a realização das observações angulares horizontais pelo método das direções.

Para o ajustamento de poligonais e estabelecimento das tolerâncias para a análise do seu fechamento, a NBR 13133:1994 preconiza três tipos de poligonais:

- a) tipo 1 - poligonais apoiadas e fechadas numa só direção e num só ponto;
- b) tipo 2 - poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento curvo;
- c) tipo 3 - poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento retilíneo.

Para os dois primeiros tipos a NBR 13133:1994 após a compensação de o erro angular, permite o ajustamento das poligonais por métodos simplificados e de fácil aplicação, como o método de Bowditch, (McCormack, 2007), que distribui o erro de fechamento linear proporcionalmente ao comprimento dos lados, ou ainda por métodos que efetuam uma repartição dos erros proporcionalmente aos valores absolutos das coordenadas relativas ou projeções dos lados sobre os eixos coordenados. Esses métodos são de usos correntes e utilizados por diversos softwares disponíveis no mercado.

2.2.8 Determinações da resolução PR nº.22 DO IBGE

Para fins topográfico-geodésicos o IBGE (1983) classifica os levantamentos como sendo:

- a) de alta precisão: de âmbito nacional e que podem ser, de acordo com a finalidade a que se destinam, de caráter científico e fundamental; o primeiro voltado ao atendimento de programas de pesquisas internacionais e o segundo ao

estabelecimento de pontos primários no suporte aos trabalhos geodésicos de menor precisão e às aplicações em cartografia;

b) de precisão: de âmbito regional, condicionados ao grau de desenvolvimento socioeconômico;

c) para fins topográficos: de características locais, dirigem-se ao atendimento dos levantamentos no horizonte topográfico.

Na tabela 1 apresentam-se algumas especificações para poligonais de levantamentos geodésicos (IBGE, 1983).

Tabela 1: Algumas especificações para poligonais

ITEM	LEVANTAMENTOS GEODÉSICOS	
	DE ALTA PRECISÃO	DE PRECISÃO
	Fundamental	Áreas mais desenvolvidas
CONTROLE DA REFRAÇÃO ATMOSFÉRICA • Leitura estimada da temperatura. • Leitura estimada da pressão atmosférica. • Leituras recíprocas e simultâneas dos ângulos verticais envolvendo a medição de distâncias.	0,2 ° C 0,2 mm Hg Sim	0,2 ° C 0,2 mm Hg Sim
CONTROLE AZIMUTAL • Erro de fechamento em azimute máximo permitido entre as direções de controle. (N= número de estações).	0,8"/estação ou $1'' \cdot \sqrt{N}$	0,8"/estação ou $3'' \cdot \sqrt{N}$
FECHAMENTO EM COORDENADAS • Valor máximo para o erro padrão em coordenadas. (L= comprimento da poligonal em Km)	0,04 m. $\sqrt{L}$	0,04 m. $\sqrt{L}$
ERRO PADRÃO RELATIVO MÁXIMO ACEITÁVEL ENTRE DUAS QUAISQUER ESTAÇÕES APÓS O AJUSTAMENTO	1/100.000	1/50.000

Fonte: IBGE, 1983 apud CRUZ MOURA, 2008.

Na análise do ajustamento de poligonais deve-se a questão da importância bi ou tridimensional; se bidimensional, far-se-á somente o ajustamento das coordenadas horizontais; se tridimensional, o ajustamento é também vertical, com a determinação das altitudes sendo feita por meio do nivelamento trigonométrico.

2.2.9 Os Erros de Observação

Em um levantamento topográfico pode haver três fontes de erro, as quais estão relacionadas com o operador, o instrumento e a natureza (MCCORMACK, 2007).

Os erros de fontes operacionais ocorrem por falha do próprio operador, ou seja, devido a imperfeições humanas, tais como falhas na visão, ou, no tato ao estimar a parte fracionária de uma escala, por exemplo.

Erros cuja fonte é instrumental estão relacionados à defeitos de fabricação no instrumento, falta de ajustamento nos mesmos, ou, também desgastes de suas peças com o passar do tempo. “Apesar de que nas últimas décadas se tem visto o desenvolvimento de equipamentos mais precisos, o alcance da perfeição permanece uma ilusão”. (MCCORMACK, 2007).

Por último, existem os erros de fontes naturais, causados por mudanças climáticas, variação na temperatura ou variações magnéticas, tais como a dilatação de uma trena em um dia ensolarado.

Erros em observações se dividem em dois tipos: sistemáticos e aleatórios. Os erros sistemáticos resultam de fatores que compreendem os sistemas de medida, e incluem o ambiente, os instrumentos utilizados e o observador.

Enquanto as condições do sistema permanecem constantes, os erros sistemáticos, da mesma forma, permanecerão constantes. “Caso as condições se modifiquem, a magnitude dos erros sistemáticos também pode mudar. Porque erros sistemáticos tendem a acumular, também são chamados de erros cumulativos” (GHILANI; WOLF, 2012) apud (SILVA; CHAVES, 2014).

Podem-se listar, também, os erros grosseiros que são causados por engano na medição, leitura errada nos instrumentos, identificação de alvo, etc. Veiga; Zanetti; Faggion, (2012) apud Silva; Chaves, (2014), comumente associados com a falta de atenção do observador. Tais erros podem ser verificados com base nos resíduos das observações realizadas em um levantamento topográfico.

A medição de grandezas observáveis (ângulos azimutais e zenitais, distâncias, desníveis, foto-coordenadas, etc.) é afetada pelos erros de observação, que são função de fatores diversos como a qualidade dos equipamentos de medição, os métodos operacionais, as condições atmosféricas, o operador (inexperiência, distração, cansaço), etc. (CASACA et al., 2007).

Os erros de observação são tradicionalmente classificados em (GEMAEL, 1994) apud (CRUZ MOURA, 2008):

- erros grosseiros;
- erros sistemáticos;
- erros acidentais ou aleatórios.

Os erros grosseiros são normalmente originados por enganos ou descuidos e comumente apresentam magnitude superior aos outros tipos de erros; uma proposta para a quantificação de sua magnitude é a consideração de erros maiores do que 3σ como sendo erros grosseiros (DALMOLIN, 2004) apud (CRUZ MOURA, 2008).

Os erros sistemáticos repetem-se do mesmo modo sempre que uma determinada ação se repete nas mesmas circunstâncias; compreendem os erros instrumentais e ambientais, que assumem o mesmo valor em medições realizadas nas mesmas condições, instrumentais e ambientais. São erros que podem ser evitados pela adoção de técnicas especiais de observação, ou quando conhecidos podem ser expressos por meio de uma formulação matemática que possibilite a sua eliminação a posteriori.

Os erros acidentais ou aleatórios são erros de pequena amplitude cuja origem é desconhecida e que têm propriedades análogas às propriedades estatísticas de uma amostragem; pode-se afirmar que são os erros existentes num grupo de observações depois de detectados e eliminados os erros grosseiros, identificadas às causas de erros sistemáticos e corrigidas as observações da sua influência. A existência de erros acidentais é uma característica inerente ao processo físico de medição, constituindo-se em uma propriedade das observações (FONTE, 1994) apud (CRUZ MOURA, 2008).

Deve-se ressaltar que na prática os erros acidentais são frequentemente contaminados pelos erros grosseiros; observações eivadas de erros grosseiros podem constituir-se em problema, pois a detecção dos mesmos por vezes é fácil (quando muito grandes, por exemplo) e outras vezes muito difícil.

A relação entre o valor exato de uma grandeza e um valor observado pode ser expresso por (CASACA et al., 2007):

Equação 4

$$y = \tilde{y} + \theta_E + \theta_A + u$$

$$\theta = \theta_E + \theta_A$$

$$\varepsilon = \theta + u$$

Onde:

y – valor exato de uma grandeza;

$\tilde{y}$ – valor observado de uma grandeza;

θ_E – erro instrumental devido ao equipamento de observação;

θ_A – erro ambiental devido às condições externas durante as medições;

θ – erro sistemático;

u – erro acidental ou aleatório;

ε – erro de observação.

O erro acidental tem uma distribuição aleatória, geralmente modelada por uma variável aleatória VA com distribuição normal central, ou seja, com valor médio nulo. A distribuição do erro de observação ε pode ser modelada pela distribuição de uma variável aleatória normal (VAN), cuja função densidade de probabilidade FDP é da forma (CASACA et al., 2007):

Equação 5

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Onde:

μ , σ e σ^2 são os parâmetros valor médio, desvio padrão e variância, respectivamente.

De acordo com esse modelo a probabilidade de que um erro de observação assumira um valor no interior do intervalo $\pm a, b \pm$ é dada pela função de distribuição cumulativa FDC da VAN com valor médio μ e desvio padrão σ (CASACA et al., 2007):

Onde:

f – função densidade de probabilidade FDP dos erros de observação;

F – função de distribuição cumulativa FDC dos erros de observação.

Nessas condições é possível calcular as probabilidades para que os módulos dos erros sejam inferiores a um, dois e três desvios padrão, de particular interesse:

Equação 6

$$P(|\varepsilon| \leq +\sigma) \approx 0,683$$

$$P(|\varepsilon| \leq +2\sigma) \approx 0,955$$

$$P(|\varepsilon| \leq +3\sigma) \approx 0,997$$

Tendo em vista o controle de qualidade das medições por meio de testes estatísticos de hipóteses, pode ser utilizado um modelo baseado na presunção de que o erro de observação que afeta o valor medido para uma determinada grandeza pode ser encarado como uma amostra de tamanho unitário de um VAN de parâmetros valor médio E , e variância V dados por:

Equação 7

$$E(\varepsilon) = \theta$$

$$V(\varepsilon) = k \times \sigma^2$$

Onde:

θ é um parâmetro associado aos erros sistemáticos não corrigidos e k é um parâmetro positivo que sendo maior que a unidade traduz a degradação da precisão com que foi observada a grandeza, devida, por exemplo, à má qualidade do instrumento de medição ou à inexperiência do operador.

Em condições ideais o parâmetro θ é zero, o que traduz uma correção efetivados erros sistemáticos, e o parâmetro k é igual à unidade, o que traduz a conformidade a posteriori com o desvio padrão com o qual foi caracterizada, a priori, a incerteza da observação da grandeza (CASACA et al., 2007).

2.2.10 Os Erros Ambientais

2.2.10.1 Refração Atmosférica

Em Topografia a causa principal dos erros ambientais é a refração atmosférica, devido a não homogeneidade das condições atmosféricas e à sua variação durante os períodos em que se realizam as medições. O seu efeito consiste

na introdução de curvatura e torção na trajetória das ondas eletromagnéticas e na alteração de sua velocidade de propagação; como consequências podem ocorrer desvios significativos nos valores observados para os ângulos horizontais e verticais, desníveis e distâncias.

Os ângulos horizontais e verticais e os desníveis são afetados pela curvatura adquirida pela trajetória atmosférica das ondas ópticas devida à ação de gradientes térmicos e de pressão, na direção perpendicular à trajetória.

Nos MED as distâncias são afetadas pela variação da velocidade de propagação da portadora do distanciômetro, de duas formas: em relação a uma velocidade de referência e ao longo da trajetória, em virtude de gradientes térmicos e de pressão na direção da mesma (CASACA et al., 2007).

2.2.10.2 Exposição Solar e Gradientes Térmicos

Outra categoria de erros ambientais deve-se à operação do equipamento em exposição direta à radiação solar, pelo que é recomendável a utilização de guarda-sol para a sua proteção.

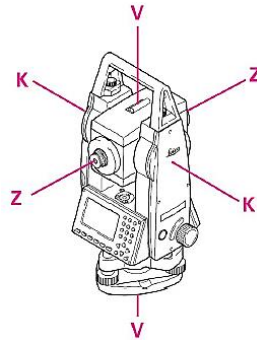
Outro cuidado a respeitar, principalmente no inverno, é a aclimação térmica do equipamento à temperatura de medição, por vezes muito inferior à temperatura de armazenamento e transporte para o campo; recomenda-se observar a seguinte regra: o tempo para o ajustamento da temperatura do instrumento é de aproximadamente 2' para cada °C de diferença para a temperatura ambiente (STRINGHINI, 2005) apud (CRUZ MOURA, 2008).

2.2.11 Os Erros Instrumentais

2.2.11.1 Em Teodolitos e Estações Totais

Nos teodolitos e Estações Totais os erros instrumentais mais comuns são baseados orientação imperfeita entre os eixos do instrumento (Figura 11).

Figura 11: Sistema de eixos de uma Estação Total



Fonte: ZEISKE, 2000 Apud CRUZ MOURA, 2008.

Na figura 12, tem-se:

- VV – eixo principal ou vertical, em torno do qual o instrumento gira;
- KK – eixo secundário ou horizontal, em torno do qual a luneta báscula;
- ZZ – eixo da luneta ou eixo de colimação ou visada.

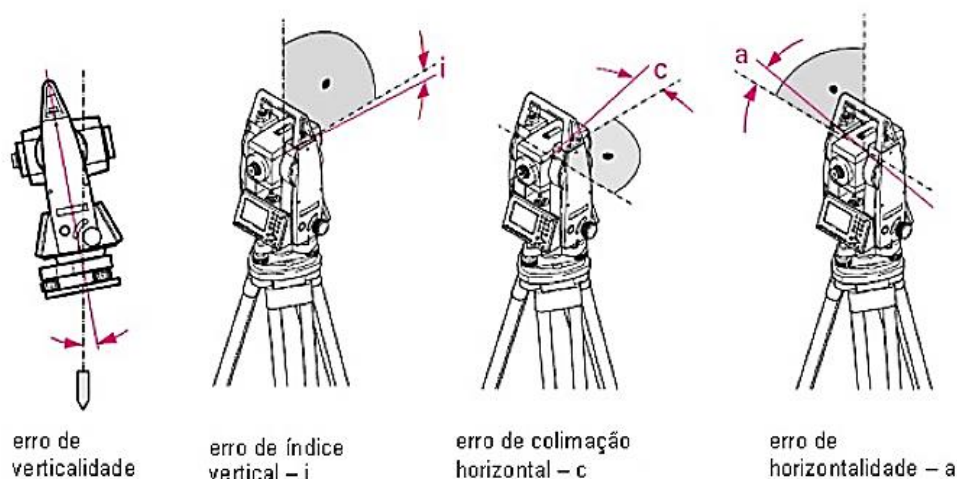
Em condições ideais, com o aparelho devidamente calibrado, estacionado e nivelado, os seguintes requisitos deverão ser atendidos:

- o eixo principal VV deve estar coincidente com a vertical do lugar (linha Zênite-Nadir), passando pelo ponto-estação;
- o eixo secundário KK deve ficar perpendicular ao eixo principal;
- o eixo de visada ZZ deve ficar perpendicular ao eixo secundário;
- a leitura do círculo vertical no Zênite deve ser igual a zero graus;
- os três eixos devem encontrar-se num só ponto, vértice dos ângulos medidos com o instrumento.

Os principais erros instrumentais nesses equipamentos são:

- erro de verticalidade do eixo principal;
- erro de índice vertical;
- erro de colimação horizontal;
- erro de horizontalidade ou erro de inclinação do eixo secundário;
- erro de zero do ATR (nas Estações Totais Robóticas).

Figura 12: Principais erros instrumentais



Fonte: ZEISKE, 2000 Apud CRUZ MOURA, 2008.

À exceção do erro de verticalidade do eixo principal e do erro de zero do ATR, os erros instrumentais mencionados são corrigidos fazendo-se as leituras dos ângulos nas duas faces da luneta (PD e PI) e tirando-se a média. O erro de verticalidade é oriundo do nivelamento imperfeito, e pode ser corrigido automaticamente nos teodolitos eletrônicos e nas Estações Totais por intermédio do compensador nos dois eixos.

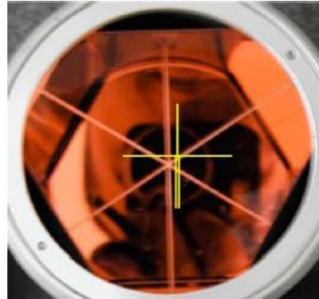
Também nesses equipamentos os erros de colimação horizontal e de índice vertical podem ser medidos, determinados e armazenados, de forma a corrigir automaticamente cada nova leitura angular efetuada, permitindo medições praticamente isenta de erros.

Nos modernos teodolitos eletrônicos e Estações Totais os ângulos são lidos por meio da varredura eletrônica dos limbos, sem a intervenção do operador. Desta forma, a técnica de reiteração não se faz necessária, já que cada leitura mostrada no painel é uma média de várias leituras. No entanto, estudos efetuados apontam para a validade das leituras nas duas faces da luneta (PD e PI) buscando-se corrigir os erros de colimação horizontal e de índice vertical, e para a necessidade da repetição das leituras, com o intuito de reduzir as falhas humanas, como colimação no alvo e possíveis calibrações incorretas do instrumento.

O erro de zero no ATR (Figura 13) é encontrado em medições realizadas com Estações Totais que dispõem da ferramenta de busca automática de alvos (ATR); corresponde a não coincidência da pontaria com o centro do prisma, e é corrigido

automaticamente nos ângulos horizontais e verticais pelos dispositivos eletrônicos da própria Estação Total (BAYOUD, 2007) apud (CRUZ MOURA, 2008).

Figura 13: Erro de zero no ATR



Fonte: ZOCCOLLOTTI FILHO, 2005 Apud CRUZ MOURA, 2008.

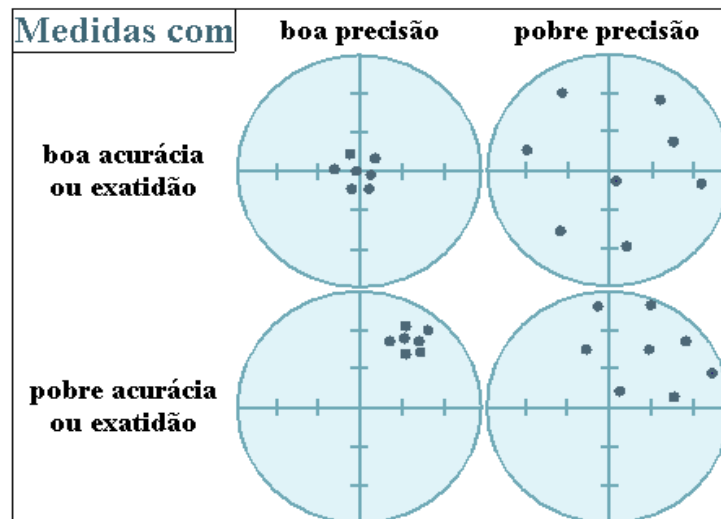
2.2.12 Precisão e Acurácia

Os parâmetros anteriormente definidos podem quantificar a acurácia e a precisão (Figuras 14 e 15), propriedades que caracterizam os estimadores. A acurácia, também denominada exatidão, é a propriedade que caracteriza a proximidade entre as estimativas que o estimador produz e o valor a ser estimado; pode ser quantificada pelo erro médio: um estimador é mais acurado do que outro se o seu erro médio for inferior ao do outro. O erro médio quadrático e o erro padrão caracterizam a dispersão das estimativas em torno do valor a estimar.

A precisão é a propriedade que caracteriza a dispersão das estimativas em torno do valor médio do estimador; pode ser quantificada pela variância ou pelo desvio padrão: um estimador é mais preciso do que outro se os seus quantificadores variância e desvio padrão forem menores do que os quantificadores do segundo estimador.

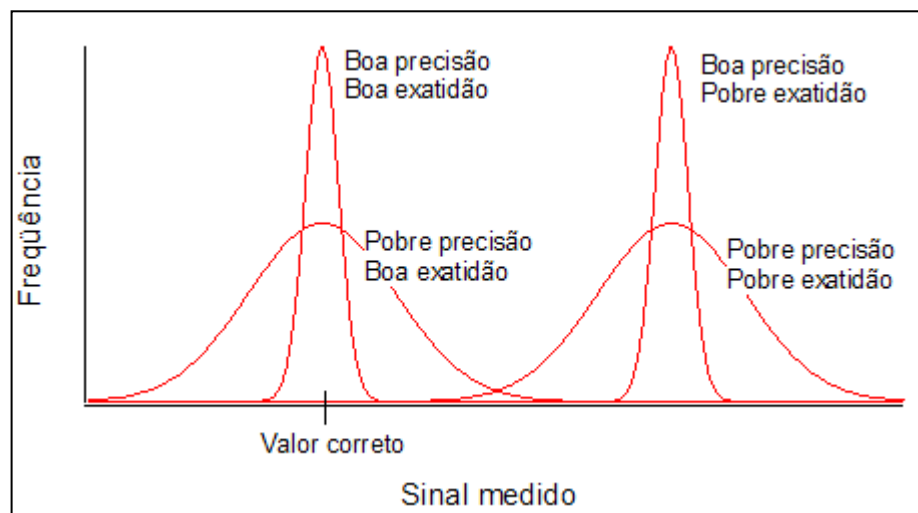
Um estimador pode ser muito exato e pouco preciso ou pouco exato e muito preciso. Quando o estimador é exato (erro médio nulo), os erros coincidem com os desvios e os conceitos de erro padrão e desvio padrão coincidem.

Figura 14: Geometria da acurácia e precisão



Fonte: http://fisbio.biof.ufrj.br/restrito/bioEstatistica/02_conc_basicos/acuracia_e_precisao.htm
 acesso: julho, 2017.

Figura 15: Estatística da acurácia e precisão



Fonte: http://fisbio.biof.ufrj.br/restrito/bioEstatistica/02_conc_basicos/acuracia_e_precisao.htm
 acesso: julho, 2017

Na Metrologia, com as medições realizadas em condições laboratoriais, os métodos de medição são supostos exatos e o termo incerteza é preferido ao termo precisão. Em Mensuração, com as medições realizadas na natureza, os métodos de medição, mesmo com todos os cuidados operacionais e correções nem sempre podem ser considerados exatos (CASACA et al., 2007).

De forma geral, a acurácia ou exatidão depende da calibração e ajuste do equipamento, para evitar os erros sistemáticos, e a precisão depende do nível de interferência e de ruído que afetam a medida.

2.2.13 Levantamentos Topográficos em função do grau de precisão

Os levantamentos planimétricos rápidos ou expeditos tem sua aplicação restrita aos reconhecimentos iniciais em áreas não conhecidas, para posterior levantamento mais preciso principalmente empregados em processos de exploração locada, assim como as medições para fins de controle e monitoração de obras.

Trata-se de um levantamento exploratório do terreno com a finalidade específica de seu reconhecimento, sem prevalecer os critérios de exatidão. (NBR13.133 – 3.13)

Estas informações servirão para a definição e o planejamento do levantamento regular a ser realizado a posteriori. Com estes dados iniciais é possível definir a equipe de trabalho, o equipamento a utilizar, a precisão das medidas, o método de levantamento a empregar, a duração e o custo dos trabalhos.

A precisão topográfica é o objetivo primordial de qualquer serviço de topografia, seja no levantamento para fins de reconhecimento e projeto,, na locação para construção e implantação das obras e no levantamento do que construído (as built). Existem fatores determinantes e níveis de precisão. Nem todo serviço de topografia possui o mesmo grau de precisão.

Espera-se de um serviço de topografia um elevado nível de precisão, mas os trabalhos diferem em muito um dos outros. A precisão topográfica pode e deve ser um item a ser exigido na contratação dos serviços. Entre os fatores determinantes para a obtenção de uma boa precisão estão:

- O tipo de equipamentos utilizados;
- Metodologia utilizada;
- O cuidado e habilidade da equipe.

O Levantamento Topográfico de Precisão (assim como locação) é empregado principalmente para pontos do terreno ou da obra compreendidos numa região extensa, limitada ao campo topográfico, utiliza-se de métodos denominados de triangulação de 4ª ordem ou triangulações topográficas de 4ª ordem. É empregada para apoio e controle dos levantamentos aerofotogramétricos e outros levantamentos de menor precisão. Emprega aparelhos de grande precisão, mais sofisticados.

O desvio padrão angular e linear (Tabela 2) estima ou expressam a variabilidade da precisão em função do tipo de levantamento ou locação nos seguintes termos:

Tabela 2: Precisão de principais equipamentos de controle

CLASSES	PRECISÃO	DESVIO PADRÃO PRECISÃO ANGULAR	DESVIO PADRÃO PRECISÃO LINEAR
SCANER	Baixa Média Alta		
ESTAÇÕES TOTAIS	Baixa Média Alta	$\leq \pm 30''$ $\leq \pm 07''$ $\leq \pm 02''$	$\pm (10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$ $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$ $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$
MED	Baixa Média Alta	$\leq \pm 30''$ $\leq \pm 30''$ $\leq \pm 30''$	$\pm (10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \times D)$ $\pm (5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm} \times D)$ $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$
TEODOLITOS	Baixa Média Alta	$\leq \pm 30''$ $\leq \pm 07''$ $\leq \pm 02''$	
TRENA	Fita de aço Fita plástica Fita de lona		$\leq \pm 1\text{cm}/100\text{m}$ $\leq \pm 5\text{cm}/100\text{m}$ $\leq \pm 25\text{cm}/100\text{m}$

Fonte: NBR 13133, (1994).

Logo, a Norma da técnica entende e prediz que com equipamentos eletrônicos, mais modernos, os desvios (variações nas medidas) tendem a ser menores, logo trabalhos com este equipamentos tendem a ter acurácia e precisão maiores e melhores.

2.2.14 O Ajuste de Observações

Nos métodos de medições as observações indiretas (coordenadas, por exemplo) estão relacionadas com as observações diretas de campo (ângulos e distâncias) por meio de um modelo matemático. Com o intuito de se obter maior confiabilidade nos resultados são normalmente realizadas mais observações decampo do que as necessárias para determinar uma observação indireta.

Essas observações são denominadas de observações redundantes ou superabundantes, sendo preciso utilizar um método para determinar uma solução única, tornando as observações coerentes com o modelo matemático utilizado.

As principais razões para a existência de redundância são:

- a) permitir a detecção de erros grosseiros por meio da confirmação dos valores medidos;
- b) permitir fazer uma avaliação mais precisa das quantidades desejadas, por intermédio da execução de um ajustamento;
- c) permitir estimar a ordem de grandeza da precisão obtida para os valores ajustados.

Um modelo matemático pode ser dividido em duas partes conceituais, o modelo funcional e o modelo aleatório:

- a) modelo funcional: é composto por relações que descrevem a geometria ou características físicas do problema em questão;
- b) modelo aleatório: é composto pelo conjunto de relações que descrevem às propriedades estatísticas dos elementos envolvidos no modelo funcional. O modelo aleatório indica, por exemplo, a qualidade das observações feitas (as suas precisões, relativas ou absolutas), indica se as observações estão ou não correlacionadas, e indica ainda as variáveis que são consideradas constantes durante o ajustamento e as que se pretendem determinar (FONTE, 1994).

2.3 REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

2.3.1 Considerações Gerais

A elevada concorrência do cenário econômico atual faz com que os empreendimentos busquem um maior rendimento de qualidade com redução de custos. O alcance destes resultados passa pela racionalização da produção das diversas partes de uma edificação, desde o projeto até a execução. O desempenho de cada parte se reflete no seu desempenho como um todo.

Os revestimentos de argamassa, muito utilizado, mas ainda constata uma considerável existência de falhas e patologias, desperdício de material, mão de obra, tempo e consequentemente de recursos. Fonte: Materiais Técnicas e Estruturas, PUCRS - Faculdade de Arquitetura, Profª: Maria Regina Costa Leggerini, (2016).

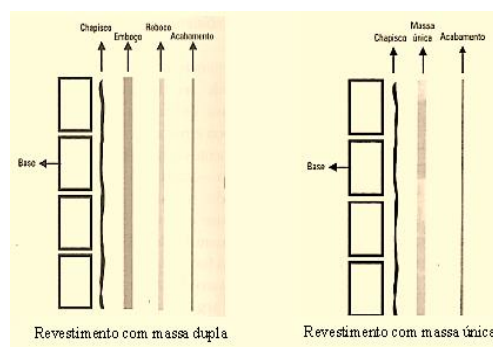
2.3.2 Projeto de Revestimento

A elaboração de um projeto de revestimento é importante, pois expõe um conjunto de informações relativas às características e a produção em questão E deve conter:

2.3.2.1 Tipo de revestimento com número de camadas.

Depende fundamentalmente do tipo de base e do acabamento desejado. A argamassa pode ser de camada única, ou em duas camadas (Figura 16). No caso de apenas uma camada ela deve exercer as duas funções: regularização da base e acabamento. Quando se opta por duas camadas, podemos usar duas argamassas com propriedades diferenciadas, adequadas ao cumprimento das funções específicas.

Figura 16: Revestimento pelo número de camadas



Fonte: LEGGERINI, (2016)

2.3.2.2 Espessura das camadas

Depende do número de camadas e da exposição do revestimento. Se forem necessários alguns ajustes em prumo e alinhamento da base, estes cuidados devem ser tomados, como por exemplo, a aplicação em duas ou três demãos respeitando intervalos de pelo menos 16 horas entre elas além do encasquilhamento das primeiras camadas. Pode-se também adotar telas metálicas no revestimento.

O Quadro 1 apresenta as espessuras admissíveis de argamassa simples indicadas pela NBR 13.749/96

Quadro 1: Espessura pelo revestimento

REVESTIMENTOS	ESPESSURA (mm)
Paredes internas	Entre 5 e 20
Paredes externas	Entre 20 e 30
Tetos	Menores do que 20

Fonte: LEGGERINI, (2016)

No caso de revestimento duplo, a camada de reboco não deve ultrapassar 5 mm.

A espessura do revestimento também não pode ser muito pequena, não ultrapassando os seguintes limites que são indicados abaixo (Quadro 2), em função da base a ser recoberta:

Quadro 2: Tipo base pela espessura mínima

TIPO DE BASE	ESPESSURA MÍNIMA (mm)
Estrutura de concreto em pontos localizados	10
Alvenaria em pontos localizados	15
Vigas e pilares em regiões extensas	15
Alvenaria em regiões extensas	20

Fonte: LEGGERINI, (2016)

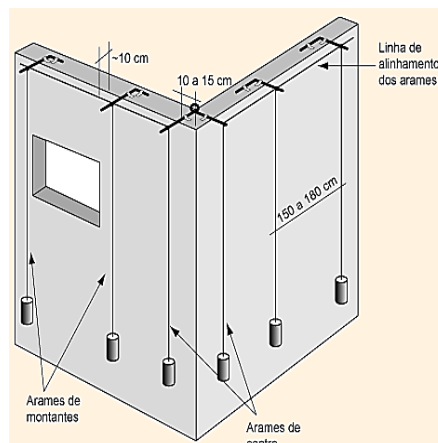
2.3.3 Marcação e Mapeamento da Fachada

Para garantir o prumo e a espessura da argamassa de revestimento, é necessário realizar o mapeamento da fachada, com a criação de um plano referencial. Este mapeamento deve ser executado através de arames aprumados e

fixados em barras de ferro no topo do edifício (platibanda), distanciados 10 cm da alvenaria. Estes fios devem estar alinhados em relação aos eixos principais do edifício, de forma que os panos ortogonais estejam no esquadro. Os arames devem estar intercalados a cada 1,50 m até 1,80 m e devem também estar presentes nas quinas externas, nos cantos, nas laterais das janelas, nos eixos das juntas estruturais e em locais estratégicos para definir outros detalhes alinhados. As figuras 17 e 18 mostram como realizar o mapeamento da fachada tomando como referência as medidas entre os arames e pontos localizados nas vigas e a meia altura de alvenarias e pilares. (SOUZA E MEKBEKIAN, 1996).

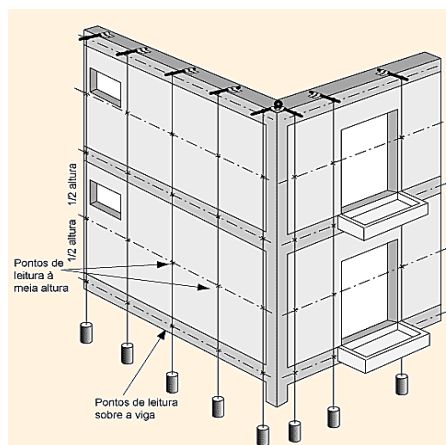
Este método delimita a espessura da camada de emboço, de forma que seja realizada dentro do prumo e alinhamento previstos.

Figura 17: Controle de prumada



Fonte: SOUZA e MEKBEKIAN (USP, 1996).

Figura 18: Controle de prumada, arame.



Fonte: SOUZA e MEKBEKIAN (USP, 1996).

2.3.4 Metodologia a Ser Aplicada no Processo Executivo

2.3.4.1 Revestimento de fachada

- É recomendável que contra pisos e revestimentos verticais internos também estejam concluídos.
- Andaimes ou balancins instalados
- Tela de náilon (malha 2 mm) de proteção instalada

2.3.4.2 Prazos mínimos a serem obedecidos

- Estrutura concluída há pelo menos 120 dias, à exceção dos 3 últimos pavimentos.
- Os três últimos pavimentos devem estar concluídos há 60 dias.
- As alvenarias a serem revestidas devem estar concluídas há 30 dias.
- O encunhamento das alvenarias deve estar concluído há 15 dias.

Segundo a NBR 7200/1988, esta Norma substitui o texto anterior da NBR 7200:1982. As modificações relevantes introduzidas nesta Norma, quando comparada com a anterior, dizem respeito à revisão dos itens referentes à execução do revestimento, ampliando-os de forma a abranger todas as suas etapas: programação do serviço, armazenamento dos materiais, produção da argamassa, preparação da base, aplicação da argamassa e acabamento do revestimento.

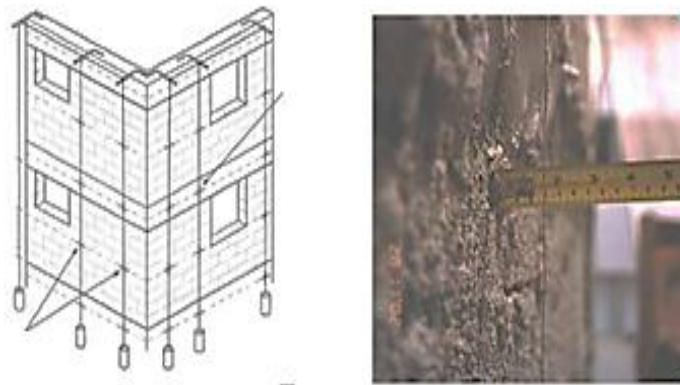
- 28 dias de idade para a *estrutura de concreto e alvenaria estrutural*.
- 14 dias para a *alvenaria não estrutural*
- *Blocos de concreto* devem ser curados no mínimo 28 dias antes de serem rebocados.
- 3 dias de idade de *chapisco* para aplicação do emboço em camada única..
- Para *climas quentes e secos* com temperaturas acima de 30°C este prazo pode ser reduzido para dois dias.
- 21 dias de idade para o *emboço de argamassa de cal*, para execução do reboco.
- 7 dias de idade para o *emboço de argamassa misto ou hidráulico*, para execução do reboco.
- 21 dias de idade para o *reboco ou emboço em camada única*, para pintura.

PRIMEIRA SUBIDA DOS BALANCINS



MAPEAMENTO DAS FACHADAS

Figura 19: Mapeamento das fachadas



Fonte: CUNHA, 2017.

De acordo com a figura 19 acima os procedimentos técnicos adotados são os seguintes:

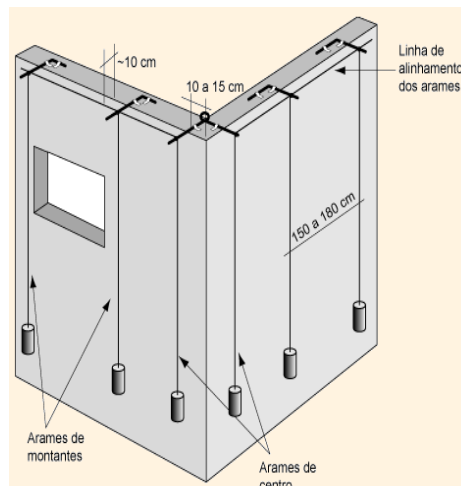
- Transferência dos eixos principais de locação do prédio para a laje de cobertura
- Locação dos arames de fachada
- Medir a distância entre a fachada e os arames à meia altura de cada pavimento
- Analisar o mapeamento e definir o nível final do revestimento aprumado

2.3.5 Locações dos Arames de Fachada

A figura 20 ilustra quais os procedimentos técnicos utilizados para a locação dos arames da fachada conforme segue.

- Espaçamento: 1,5 a 1,8 m
- Afastamento da platibanda: 10 cm
- Posicionar nos alinhamentos com os eixos principais
- Posicionar nas quinas externas e quinas internas.

Figura 20: Mapeamento de fachada



Fonte: CUNHA, 2017.

- ✓ Medir a distância entre a fachada e os arames à meia altura de cada pavimento
- ✓ Analisar o mapeamento e definir o nível final do revestimento.

Consideram-se os seguintes limites de espessura (média de 25 mm para argamassa de cimento, cal e areia).

- Mínimo de 10 mm em pontos localizados da estrutura de concreto
- Mínimo de 15 mm em pontos localizados da alvenaria.

2.3.6 Taliscamento

SEGUNDA SUBIDA DOS BALANCINS



MAPEAMENTO DAS FACHADAS

Figura 21: Taliscamento

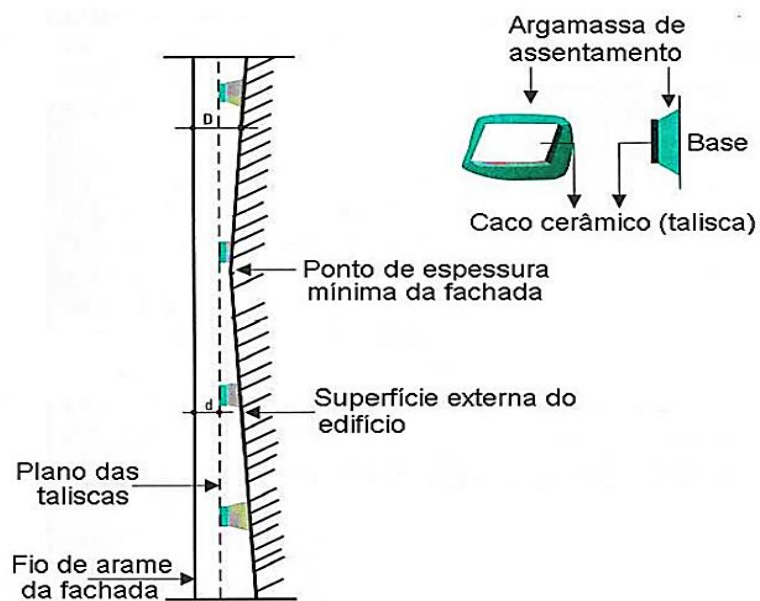


Fonte: CUNHA, 2017.

- ✓ As taliscas (Figuras 21, 22 e 23) devem ser fixadas com a mesma argamassa do revestimento.

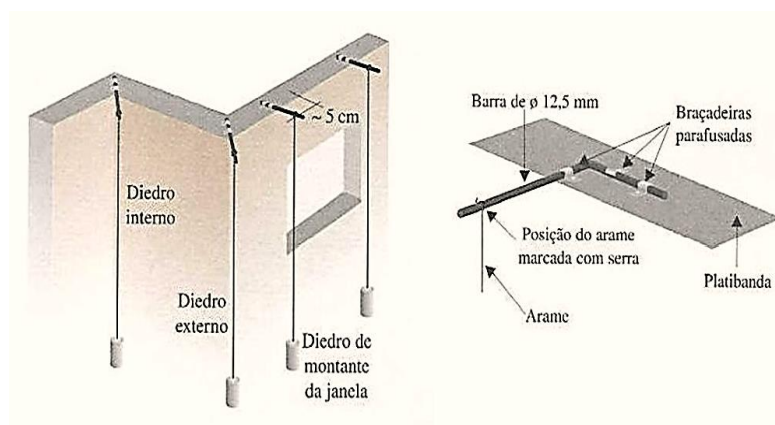
- Na vertical, duas por andar e na horizontal, as taliscas devem acompanhar os arames.
- Com pedaços de azulejo
- Fixar a talisca com a mesma argamassa do revestimento
- Devem estar espaçadas de 1,5 a 1,8 m, em ambas as direções, em função do comprimento da régua de alumínio e da altura do trecho sobre o balancim.
- Fixar também nas proximidades de quinas e vãos de janelas de (1º a 15 cm de distância)

Figura 22: Taliscamento



Fonte: CUNHA, 2017.

Figura 23: Taliscamento



Fonte: CUNHA, 2017.

2.3.7 Fixação das Telas

Deve ser executado na interface entre estrutura de concreto nas seguintes localizações:

- No 1º pavimento sobre pilotis
- Nos três últimos pavimentos
- Em regiões em que se espere intensa deformação da estrutura

SEGUNDA SUBIDA DOS BALANCINS



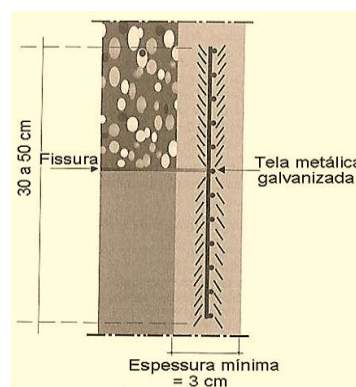
FIXAÇÃO DAS TELAS

2.3.7.1 Reforço da argamassa

Na interface alvenaria–estrutura (Figuras 24 e 25), em posições definida sem projeto, são efetuados reforços para assegurar o não afloramento de fissuras. São duas as possibilidades.

- **Reforço tipo argamassa armada** - Tela metálica no meio da camada de emboço.

Figura 24: Reforço da argamassa armada



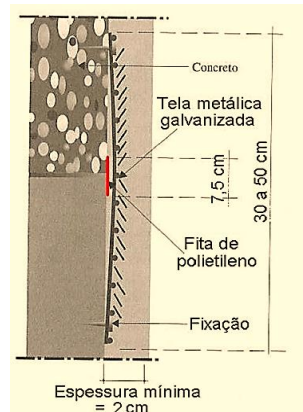
Fonte: CUNHA, 2017.

Execução

- ✓ Preencher 1,5cm do emboço, comprimindo e alisando a camada de argamassa.
- ✓ Colocar a tela e comprimir fortemente contra a argamassa
- ✓ Preencher o resto (1,5cm)
- ✓ Acabamento normal

2.3.7.2 Reforço tipo ponte de transmissão - Fita de polietileno e tela

Figura 25: Ponte tipo de transmissão



Fonte: CUNHA, 2017.

Execução

- ✓ Fixar a fita de polietileno
- ✓ Fixar tela de aço galvanizado pelas bordas, com grampos, chumbadores ou pinos.
- ✓ Aplicar argamassa

OBS. A argamassa não deve entrar em contato com a base na região da fita plástica

A fixação das telas deve ser executada na interface entre estrutura do concreto nas seguintes localizações:

2.3.8 Aplicação da Argamassa

SEGUNDA DESCIDA DOS BALANCINS



APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

- ✓ Abastecer os balancins com argamassa de maneira que o tempo útil de utilização não ultrapasse 2 horas.
- ✓ Executar mestras com 15 cm de largura.
- ✓ Em caso de revestimento com espessura maior que 3 cm executar uma primeira camada preparando a base para outra camada de Revestimento.

- ✓ Nos trechos delimitados pelas mestras deve ser feita compressão com colher de pedreiro.
- ✓ A aplicação da argamassa sobre a superfície deve ser feita por projeção enérgica do material, seja ela manual ou mecânica, não excedendo 3 cm de espessura.
- ✓ Se a espessura do revestimento for maior que 3 cm, se deve executar em etapas (o tempo mínimo entre cada cheia deve ser de 16 horas).
- ✓ Para espessuras entre 5 cm e 8 cm, a argamassa deve ser aplicada em 3 demãos, sendo recomendável o “encasquilhamento” das duas primeiras.
- ✓ Neste caso, deve-se prever ainda o uso de tela metálica para estruturar o revestimento.

2.3.9 Acabamento

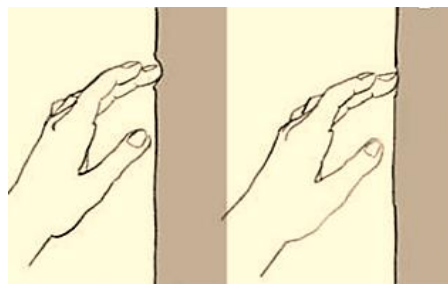
SEGUNDA DESCIDA DOS BALANCINS



ACABAMENTO

2.3.9.1 Sarrafeamento

Figura 26: Sarrafeamento



Fonte: CUNHA, 2017.

O ponto ideal para início do sarrafeamento (Figura 26) é quando os dedos não penetram na camada, permanecendo limpos, porém deformando levemente a superfície.

2.3.10 Desempeno

Figura 27: Desempeno



Fonte: CUNHA, 2017.

Obtido pela movimentação de desempenadeira de madeira em movimentos circulares, conforme (Figura 27)

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

“Belém (frequentemente chamada de Belém do Pará) “composição geográfica de Latitude 01° 27' 21" S e Longitude 48° 30' 14" W é um município brasileiro e capital do estado do Pará, situado na região Norte do país, pertencente à mesorregião metropolitana de Belém e à microrregião homônima (IBGE, 2013). A cidade foi fundada em 12 de janeiro de 1616 pelos portugueses, desenvolvendo-se às margens da baía Guajará. É uma cidade histórica e portuária, localizada ao extremo do nordeste da maior floresta tropical do mundo, sendo a capital mais chuvosa do Brasil devido ao seu clima equatorial, influenciada diretamente pela Amazônia. Belém possui uma área de 1.064,18, 89 km², densidade populacional de 1.351,8 hab./km² e uma altitude de 10 m ao nível médio do mar, estando a cerca de 2.140 km da capital federal, Brasília. Limita-se com os municípios com os municípios Ananindeua, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Barcarena além das baías do Marajó e Guajará. É o município mais populoso do Pará e o segundo da região Norte com uma população de 1.446.042 habitantes segundo estimativa. (IBGE, 2016) e o 12º município populoso do Brasil. Ocupa a 22ª posição na lista dos maiores IDH da região Norte (0,746, alto) e a sexta posição na lista de maiores IDH da região Norte - 3º maior IDH por capital por região.

Figura 28: Mapa de localização do Município de Belém



Fonte: IBGE, 2013.

Em seus 400 anos de história, Belém vivenciou momentos de plenitude, entre os quais o período áureo da borracha no início do século XX, quando recebeu inúmeras famílias europeias, que influenciaram a arquitetura local, sendo conhecida na época como Paris n'América. Atualmente, apesar de ser cosmopolita e, moderna em vários aspectos, Belém não perdeu o ar tradicional das fachadas dos casarões e das igrejas do período colonial. Nas últimas décadas, passou por um forte movimento de verticalização, devido novas tendências na construção civil local e o plano de valorização do espaço da cidade originada na década de 40 na Avenida Presidente Vargas.

A cidade exerce significativa influência como metrópole regional, influenciando mais e oito milhões de pessoas nos estados do Pará, Amapá e Tocantins, seja do ponto de vista cultural, econômico e político.

3.1.1 A Influência da Verticalização em Belém/PA

A paisagem urbana de Belém vem sendo marcada pela veloz proliferação de edifícios, principalmente nos bairros centrais e em outros com uma infraestrutura regular. Esse fenômeno chamado de verticalização tem sido cada vez mais comum em metrópoles e em algumas cidades de médio porte no Brasil e no mundo, impulsionado pelas [...] inovações técnicas de grandes empresas da construção civil; expansão da creditização para aquisição de imóveis e por imposições culturais por novas formas de moradia (FRESCA, 2009) apud (GUSMÃO, 2014).

Conforme (Somekh, 1997) apud (Gusmão, 2014), a verticalização é o resultado da multiplicação do solo urbano, permitindo que em um único terreno haja a sobreposição de um grande número de imóveis. É concebida como a construção de edifícios acima de 04 pavimentos que vem alterando significativamente a paisagem urbana e modificando a forma de viver nas cidades. Esse fenômeno tem facilitado o crescimento urbano de forma vertical de várias cidades brasileiras, inclusive Belém, ganhando status da cidade mais verticalizada da Amazônia, (MENDES, 2009) apud (GUSMÃO, 2014).

3.2 METODOLOGIA

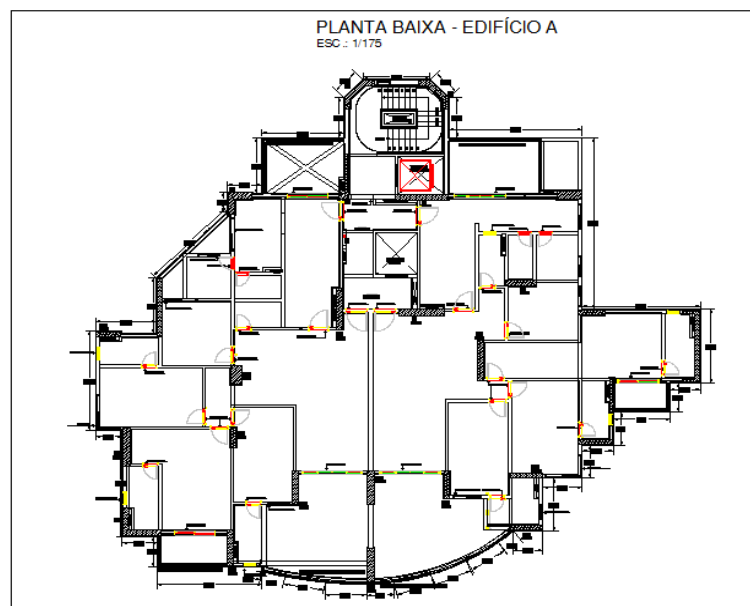
Para o atendimento ao objetivo do trabalho foi adotado um método de desenvolvimento englobando três fases:

- Pesquisa e revisão bibliográfica;
- Pesquisa de campo e,
- Sistematização dos dados coletado na segunda etapa, tratamento estatístico, orçamentação de serviços e análise dos resultados.

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico dos diversos aspectos conceituais sobre o tema proposto, utilizando os bancos de dados disponíveis; artigos dissertações, teses, internet, etc.

A segunda etapa executada por meio de pesquisa de campo, registros fotográficos (Figuras 30 e 33) e coleta de dados através de um levantamento espacial nos canteiros de duas obras em construção localizados na região central do município de Belém no estado do Pará para fins de verificação da situação atual do controle geométrico da verticalidade e volumétrico das estruturas. As construções visitadas consistiram em dois edifícios residenciais, apresentando estruturas em concreto armado moldada “in loco” com vedação vertical em blocos de concreto ou cerâmico sendo um com 30 pavimentos (Figura 29) e outro de 20 pavimentos (Figura 32).

Figura 29: Layout da planta baixa Edifício A



Fonte: Edifício A (2017).

Figura 30: Vista frontal do Edifício A.



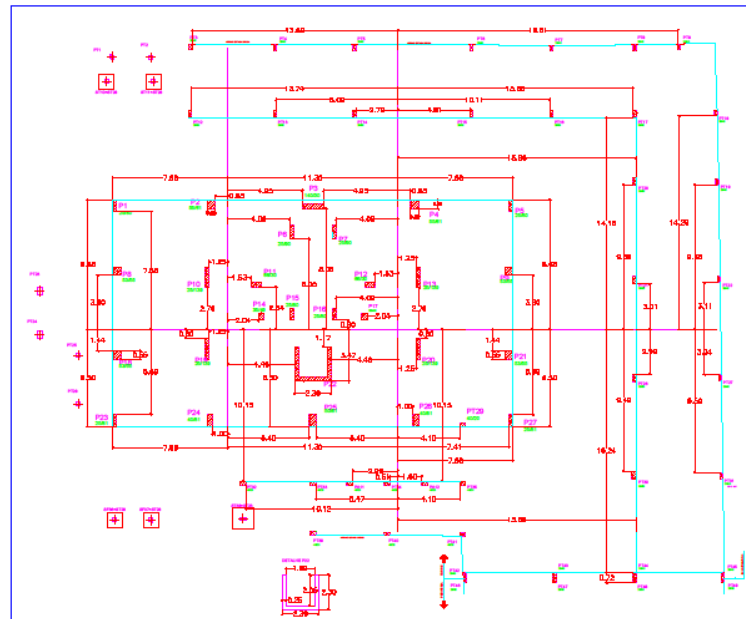
Fonte: O Autor (2017).

Figura 31: Levantamento das arestas



Fonte: O Autor (2017).

Figura 32: Layout da planta baixa Edifício B



Fonte: Edifício B (2017).

Figura 33: Vista lateral direita do Edifício B

Fonte: O Autor (2017).

Figura 34: Levantamento das arestas

Fonte: O Autor (2017).

De modo a serem alcançados os objetivos propostos da pesquisa de campo, utilizou-se primeiramente uma Estação Total série 3000 TOPCON, de alta tecnologia para obras de construção civil, medição sem prisma de até 250 metros, precisão angular de sete segundos de arco, precisão linear Modo Prisma $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$ m.s.e.(medição fina) e Modo sem Prisma $\pm(5 \text{ mm})$ m.s.e.(25 metros ou mais) ou $\pm(10 \text{ mm})$ m.s.e.(1,5 a 25 metros) para coleta de dados nas arestas (Figuras 31 e 34) de dois edifícios, onde foram feitas medições em todos os pavimentos desde a base até o topo das estruturas investigadas, que representam os objetos a serem monitorados para o controle geométrico da verticalidade. Posteriormente, foram feitas medidas com trena convencional (Figuras 37 e 40) em todos os pavimentos para verificação do controle volumétrico da linha de prumada em relação ao revestimento das paredes.

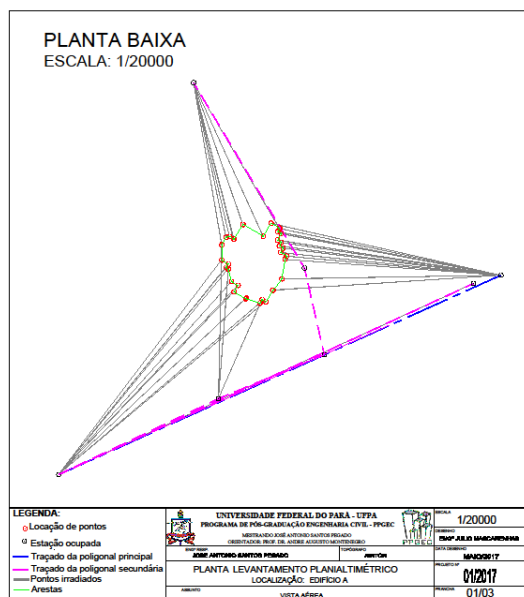
Anteriormente à coleta de dados, realizaram-se levantamentos topográficos com a Estação Total utilizada no levantamento espacial para verificação da confiabilidade do equipamento. Após essa fase, definiu-se a metodologia a ser aplicada.

O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa refere-se ao método da triangulação espacial de vértices definindo-se coordenadas aos pontos da estrutura investigada através de uma poligonal de apoio com uso de um conjunto de Estação Total TOPCON mais GPS Geodésico, e acessórios topográficos. Os

cálculos foram realizados em duas etapas distintas: na primeira foram calculadas as coordenadas horizontais e na segunda as coordenadas verticais dos alvos. Pontos de referência foram utilizados para orientação do equipamento durante o processo de monitoramento dos dois prédios e realização do controle de verticalidade e volumetria da fachada. Para a determinação das coordenadas de um ponto pelo método empregado foi necessário o conhecimento das coordenadas de dois pontos que serviram de base. A partir desta base foram feitas medidas nas direções para a obtenção dos azimutes das visadas realizadas.

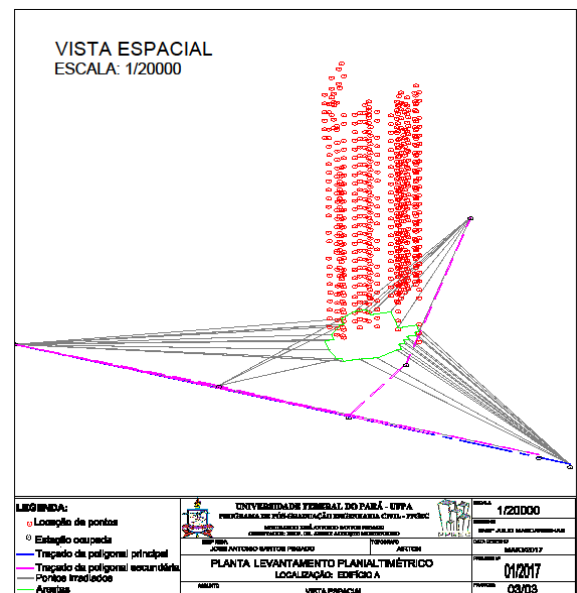
Para a coleta das observações de ângulos (direções) e distâncias, a Estação Total série 3000 TOPCON foi instalada sobre pontos topográficos (Figuras 35, 36, 38 e 39) no entorno das obras com sistema de coordenadas definidos, sendo utilizado como “ré” um alvo colocado em um desses pontos topográficos de apoio.

Figura 35: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício A.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 36: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício A.



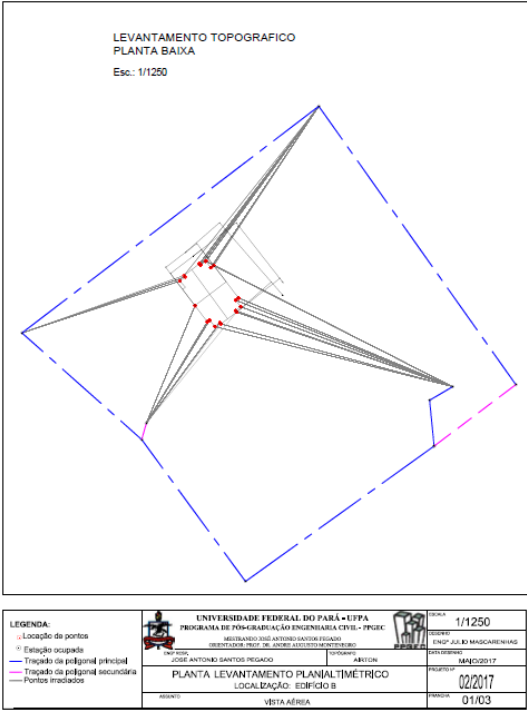
Fonte: O Autor (2017).

Figura 37: Medição do controle na trena no Edifício A



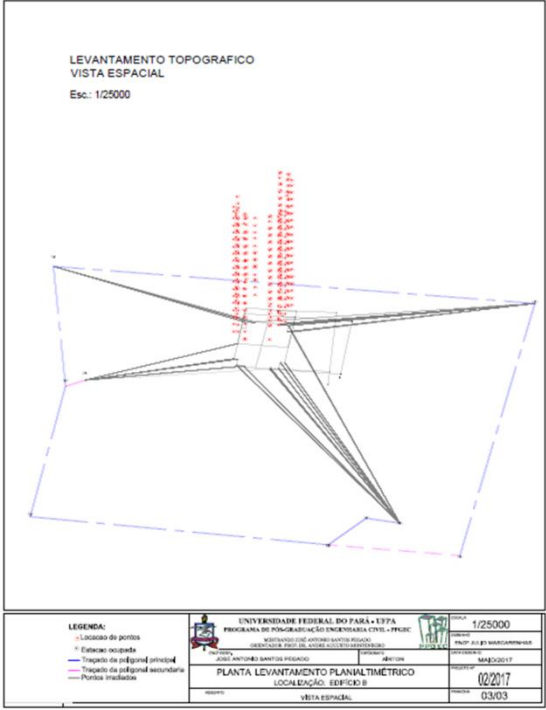
Fonte: O Autor (2017).

Figura 38: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício B.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 39: Esquema dos Pontos Topográficos da Poligonação do Edifício B.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 40: Medição do controle na trena no Edifício B



Fonte: O Autor (2017).

Devido à execução da coleta de dados em campo, as observações estavam sujeitas as condições ambientais na área do levantamento, no momento da coleta, o que pode introduzir erros nas observações. Isto, com a finalidade de minimizar, ou, até mesmo eliminar, para uma maior confiabilidade nos dados observados em campo, que servirão para análise no estudo do controle geométrico dos dois edifícios monitorados.

A terceira etapa versou através do processamento e da tabulação dos dados coletados por meio de levantamento espacial de vértices com a utilização de software específico TOPOEVEN 6.0 e emprego da ferramenta computacional EXCEL para elaboração dos gráficos através de análise estatística. Ver em Anexos.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 EDIFÍCIO A

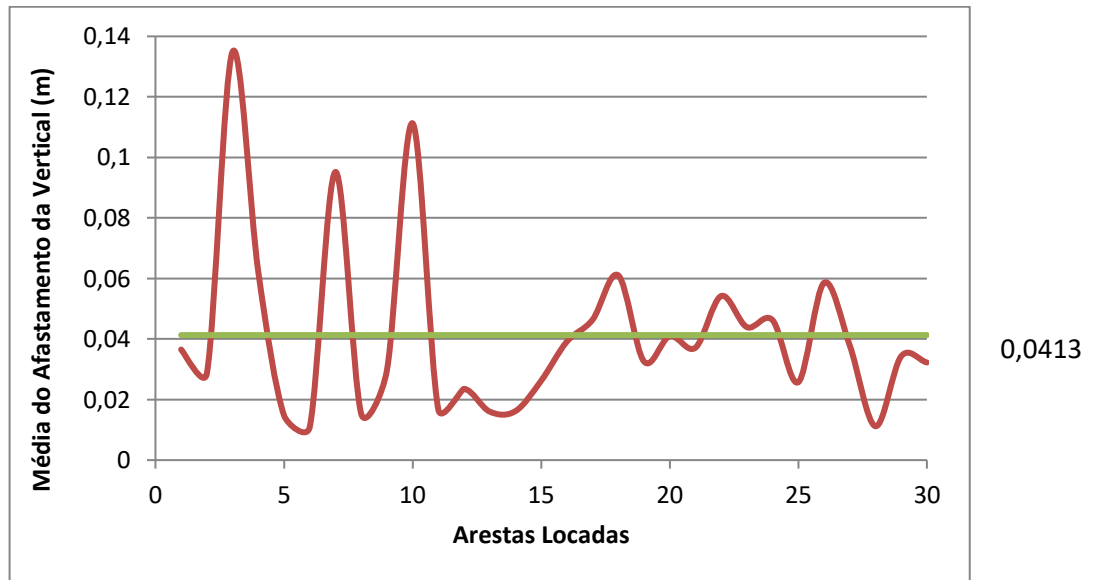
4.1.1. Levantamento com Estação Total: Controle da verticalidade da estrutura

Tabela 3: Controle da verticalidade da estrutura do Edifício A

NÚMERO DO PONTO	MÉDIA DE AFASTAMENTO (m)	AMPLITUDE DE AFASTAMENTO (m)	DESVIO PADRÃO DO AFASTAMENTO (m)
4 a 29	0,0365	0,0476	0,0121
30 a 57	0,0286	0,1097	0,0259
60 a 79	0,1350	0,4751	0,0549
80 a 84	0,0621	0,0405	0,0161
86 a 89	0,0148	0,0047	0,0020
92 a 95	0,0109	0,0171	0,0151
106 a 120	0,0952	0,0749	0,0251
122 a 134	0,0154	0,0385	0,0168
137 a 143	0,0295	0,0403	0,0138
147 a 170	0,1113	0,2140	0,0680
172 a 192	0,0167	0,0436	0,0158
194 a 216	0,0235	0,0424	0,0098
219 a 222	0,0160	0,0069	0,0142
223 a 240	0,0162	0,0487	0,0156
242 a 261	0,0262	0,0490	0,0130
263 a 282	0,0392	0,0495	0,0120
284 a 298	0,0464	0,0499	0,0138
300 a 318	0,0610	0,0781	0,0181
320 a 338	0,0326	0,0621	0,0153
340 a 358	0,0410	0,0679	0,0151
360 a 379	0,0371	0,0686	0,0178
381 a 398	0,0542	0,0596	0,0180
400 a 418	0,0439	0,1099	0,0254
432 a 452	0,0462	0,0848	0,0203
455 a 479	0,0257	0,0538	0,0137
481 a 501	0,0586	0,1396	0,0384
503 a 524	0,0379	0,2632	0,0534
528 a 533	0,0112	0,0478	0,0108
557 a 579	0,0343	0,0936	0,0214
583 a 605	0,0323	0,1123	0,0220

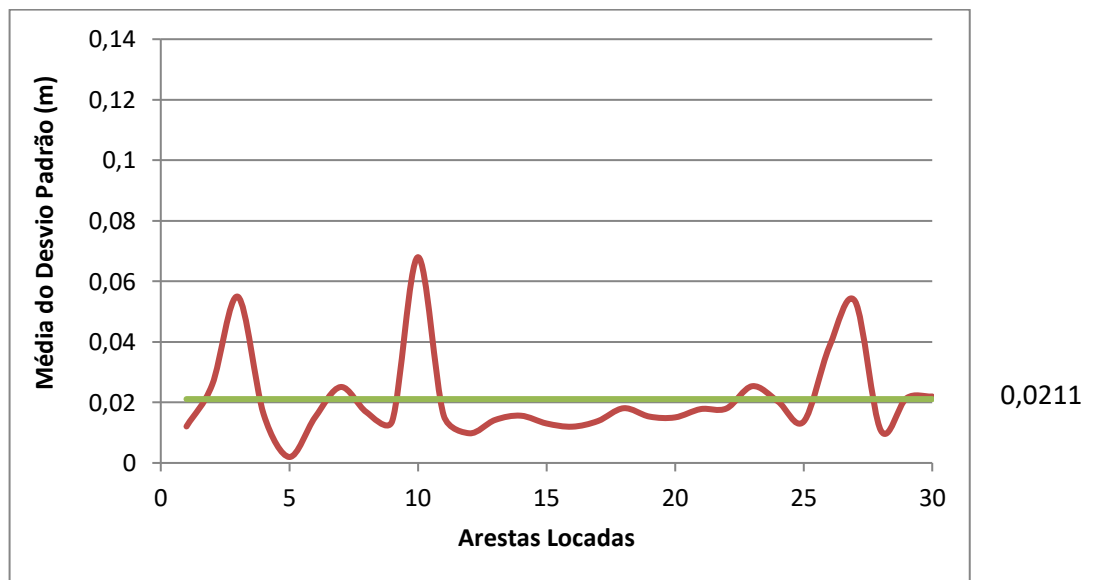
Fonte: O Autor, 2017.

(*) discretizado por aresta – número total de arestas levantadas: 30 (ver gráficos, em Apêndice 1.1).

Figura 41: Controle da Verticalidade do Edifício A

Fonte: O Autor, 2017.

A figura 41 mostra o controle da verticalidade das 30 arestas levantadas no EDIFÍCIO A com Estação Total, e apresenta a média do afastamento da vertical em relação à linha de referência de 7 cm igual a 4,13 cm.

Figura 42: Controle da Verticalidade do Edifício A

Fonte: O Autor, 2017.

A figura 42 mostra o controle da verticalidade das 30 arestas levantadas no EDIFÍCIO A com Estação Total, e apresenta a média do desvio padrão em relação à linha de referência de 7 cm igual a 2,11 cm.

Quanto à metodologia empregada no Edifício A para o controle da verticalidade da estrutura, segundo informações do responsável técnico da obra foram determinados dois pontos de apoio com GPS Geodésico Trimble L1 L2. A partir desses pontos de partida MR01 (N= 9.840276,365; E=7.80430,558; Z=9,997) e MR02 (N=9.840323,880; E=7.80584,791; Z=8,435), e com as coordenadas do UTM do Local foi feito o levantamento planialtimétrico do terreno e suas imediações para que posteriormente fosse feita a representação de peças gráficas e repassadas para a empresa contratante responsável pelo projeto. De posse do projeto, tanto em planta como em meio digital através do software Topograph foram geradas as coordenadas das estacas para que as mesmas fossem locadas topograficamente com a ESTAÇÃO TOTAL LEICA TS02 (5”), concluída a fase de locação das estacas foi dado início a locação dos elementos construtivos para controle da verticalidade da estrutura, conforme citados abaixo:

- 1- Materialização dos eixos dos pilares, este sendo feito com o gabarito pronto e amarrados nas laterais do terreno.
- 2- Locação das elevações para arrasamento das estacas, para que as mesmas não ficassem abaixo do nível do bloco.
- 3- Locação dos eixos dos blocos para montagem das formas, colocação das ferragens, e depois de feita a conferência pela equipe de topografia, finalmente a concretagem dos blocos.
- 4- Depois do bloco concretado foram locados os cantos dos pilares, para que os mesmos fossem erguidos com a ferragem, depois de erguidos os pilares e verificado pela topografia deu-se início a fase de concretagem. Finalizada a fase de locação e concretagem de pilares e blocos.
- 5- Depois dos pilares e G1 não foram mais utilizados equipamentos topográficos nem softwares que processem dados espaciais, sendo a partir de então o controle geométrico da obra, em especial a verticalidade da estrutura realizado por meio de medições de controle de prumada á trena.

4.2 EDIFÍCIO B

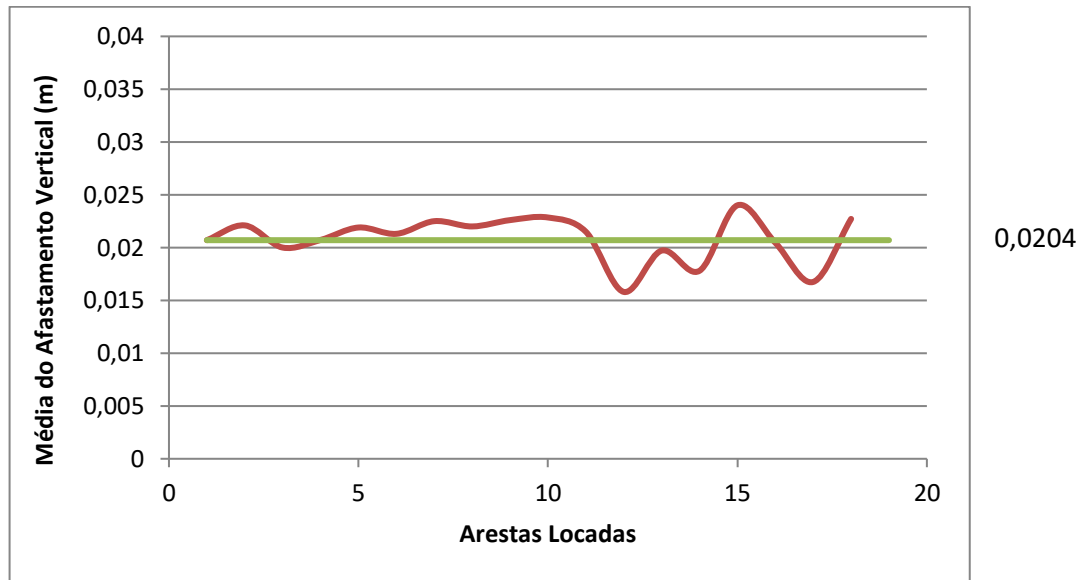
4.2.1. Levantamento com Estação Total: Controle da verticalidade da estrutura

Tabela 4: Controle da verticalidade da estrutura do Edifício B

NÚMERO DO PONTO	MÉDIA DE AFASTAMENTO (m)	AMPLITUDE DE AFASTAMENTO (m)	DESVIO PADRÃO DO AFASTAMENTO (m)
5 a 20	0,0207	0,0235	0,0072
36 a 51	0,0221	0,0477	0,0154
53 a 67	0,0200	0,0187	0,0119
69 a 86	0,0207	0,0356	0,0071
88 a 103	0,0219	0,0306	0,0088
105 a 120	0,0213	0,0338	0,0109
122 a 136	0,0225	0,0491	0,0140
138 a 152	0,0220	0,0521	0,0133
174 a 190	0,0226	0,0460	0,0113
192 a 208	0,0228	0,0364	0,0123
210 a 227	0,0215	0,0533	0,0142
229 a 243	0,0158	0,0454	0,0143
253 a 256	0,0197	0,0229	0,0118
258 a 274	0,0178	0,0612	0,0154
276 a 293	0,0240	0,0469	0,0124
295 a 311	0,0205	0,0469	0,0128
313 a 329	0,0167	0,0299	0,0090
331 a 339	0,0227	0,0163	0,0065
341 a 352	0,0130	0,0358	0,0127

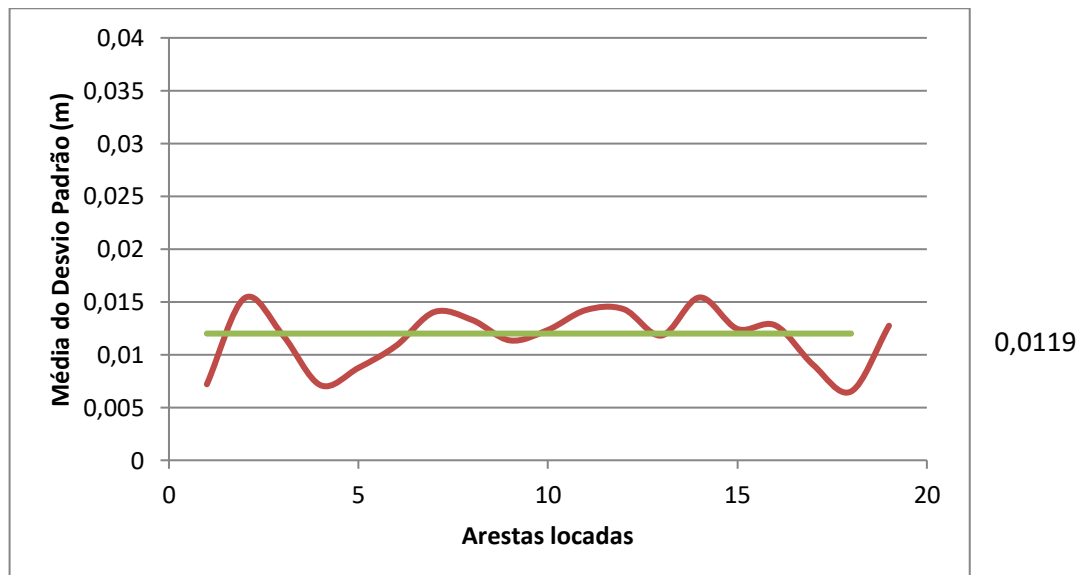
Fonte: O Autor, 2017

(*) discretizado por aresta – número total de arestas levantadas: 19 (ver gráficos, em Apêndice 1.2).

Figura 43: Controle da Verticalidade do Edifício B

Fonte: O Autor, 2017.

A figura 43 mostra o controle da verticalidade das 19 arestas levantadas no EDIFÍCIO B com Estação Total, e apresenta a média do afastamento da vertical em relação à linha de referência de 4 cm igual a 2,04 cm.

Figura 44: Controle da Verticalidade do Edifício B

Fonte: O Autor, 2017.

A figura 44 mostra o controle da verticalidade das 19 arestas levantadas no EDIFÍCIO B com Estação Total, e apresenta o desvio padrão em relação à linha de referência de 4 cm igual a 1,19 cm.

Quanto à metodologia aplicada na locação da estrutura do Edifício B, para o controle da verticalidade e da volumetria da estrutura, segundo informações prestadas pelo engenheiro residente da obra esta se deu de forma que a locação da obra foi feita com teodolito e trena de aço, em um gabarito de madeira fixado nas paredes de alvenaria de muro do terreno. Foram feitas também relocação dos pontos de estacas quando havia movimentação de terreno, devido a chuvas e deslocamento da perfuratriz e retroescavadeira.

O nivelamento da primeira laje obedeceu ao projeto a partir de um RN localizado na esquina da Rua dos Mundurucus com a Rua dos Apinagés utilizando-se nível ótico.

Após execução da primeira laje, foi colocado um gabarito de aço em forma de "U" (Figura 45) em extremidades definidas na obra, onde eram marcados com um "risco" através de uma lâmina de cortar aço ou tubo, passando este risco nos "U" das lajes acima com uso de um prumo (Figura 46), reconfirmando esta prumada na primeira laje a cada 5 pavimentos elevados. Cruzando linhas do "U" de uma extremidade a outro "U" da outra extremidade, formando um eixo cartesiano (eixo imaginário), eram locados os pilares através de medidas de um projeto de locação dos mesmos, erguia-se a forma e eram concretados a cada 8 dias trabalhados.

Figura 45: Gabarito em "U", locação do eixo imaginário.



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 46: Pêndulo para estabilização da linha de prumada.



Fonte: O Autor, 2017.

4.3 EDIFÍCIO A

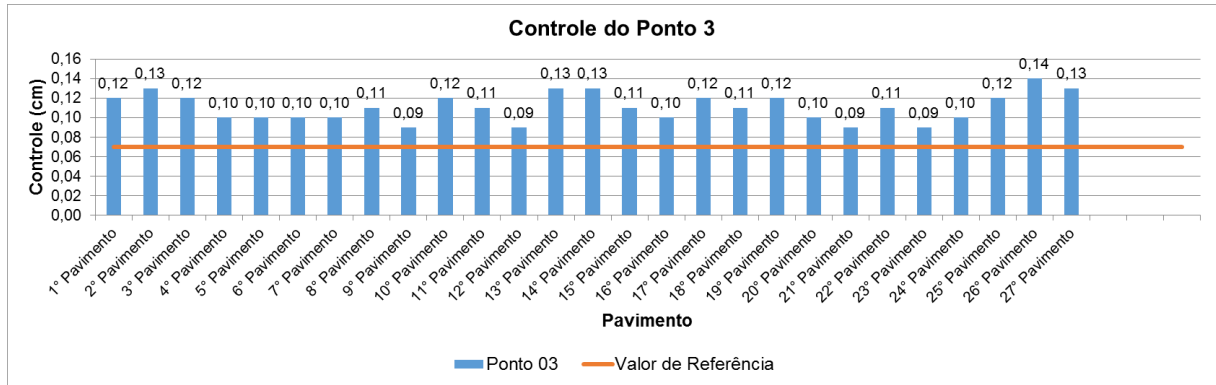
4.3.1. Levantamento de Medidas à Trena: Controle da volumetria da estrutura.

Tabela 5: Controle da Volumetria da Estrutura do Edifício A

EDIFÍCIO A: Pontos de prumadas (cm).																
Pavim.	Pontos															
	P 01	P02	P 03	P 04	P 05	P 06	P 07	P 08	P 09	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	
1°	0,15	0,13	0,12	0,11	0,16	0,12	0,11	0,08	0,08	0,11	0,10	0,07	0,10	0,12	0,11	Média Result.
2°	0,12	0,14	0,13	0,12	0,09	0,12	0,10	0,07	0,06	0,10	0,12	0,07	0,09	0,12	0,15	
3°	0,12	0,14	0,12	0,13	0,11	0,13	0,11	0,09	0,05	0,09	0,09	0,08	0,10	0,12	0,12	
4°	0,15	0,04	0,10	0,12	0,09	0,12	0,09	0,09	0,07	0,10	0,10	0,09	0,11	0,13	0,13	
5°	0,12	0,08	0,10	0,08	0,11	0,10	0,10	0,07	0,04	0,11	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	
6°	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,09	0,10	0,05	0,09	0,10	0,10	0,12	0,14	0,12	
7°	0,12	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,09	0,11	0,06	0,11	0,11	0,10	0,12	0,14	0,12	
8°	0,15	0,09	0,11	0,13	0,10	0,09	0,09	0,13	0,11	0,10	0,10	0,09	0,11	0,14	0,11	
9°	0,13	0,08	0,09	0,13	0,10	0,09	0,09	0,12	0,09	0,10	0,08	0,10	0,10	0,14	0,09	
10°	0,15	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12	0,10	0,11	0,08	0,10	0,08	0,10	0,13	0,13	0,11	
11°	0,13	0,09	0,11	0,08	0,09	0,08	0,09	0,12	0,06	0,10	0,08	0,09	0,11	0,13	0,09	
12°	0,16	0,09	0,09	0,10	0,11	0,08	0,12	0,12	0,05	0,08	0,09	0,09	0,13	0,13	0,12	
13°	0,16	0,12	0,13	0,11	0,12	0,10	0,09	0,12	0,05	0,11	0,09	0,09	0,14	0,13	0,11	
14°	0,11	0,11	0,13	0,13	0,11	0,09	0,09	0,15	0,08	0,11	0,10	0,09	0,12	0,12	0,10	
15°	0,12	0,10	0,11	0,13	0,11	0,09	0,10	0,15	0,09	0,12	0,08	0,09	0,11	0,14	0,10	
16°	0,12	0,09	0,10	0,15	0,10	0,12	0,10	0,15	0,08	0,13	0,09	0,11	0,12	0,14	0,10	
17°	0,12	0,09	0,12	0,14	0,09	0,13	0,09	0,14	0,08	0,14	0,08	0,11	0,12	0,13	0,11	
18°	0,14	0,09	0,11	0,16	0,12	0,10	0,10	0,14	0,08	0,12	0,08	0,10	0,12	0,13	0,13	
19°	0,13	0,09	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10	0,17	0,08	0,11	0,09	0,09	0,12	0,14	0,12	
20°	0,14	0,08	0,10	0,13	0,10	0,11	0,11	0,15	0,09	0,11	0,08	0,10	0,12	0,14	0,10	
21°	0,14	0,07	0,09	0,13	0,11	0,11	0,10	0,19	0,09	0,11	0,07	0,12	0,13	0,13	0,10	
22°	0,14	0,09	0,11	0,15	0,12	0,12	0,10	0,19	0,11	0,13	0,08	0,13	0,13	0,14	0,12	
23°	0,12	0,07	0,09	0,09	0,13	0,10	0,10	0,21	0,11	0,13	0,08	0,13	0,15	0,16	0,10	
24°	0,15	0,08	0,10	0,14	0,12	0,12	0,10	0,22	0,10	0,15	0,08	0,14	0,15	0,14	0,09	
25°	0,18	0,12	0,12	0,16	0,12	0,13	0,10	0,22	0,08	0,13	0,07	0,11	0,13	0,13	0,09	
26°	0,19	0,13	0,14	0,17	0,12	0,12	0,11	0,18	0,07	0,12	0,06	0,12	0,13	0,12	0,08	
27°	0,19	0,14	0,13	0,17	0,14	0,12	0,11	0,19	0,08	0,12	0,06	0,11	0,11	0,11	0,08	
Media Excent.	0,14	0,10	0,11	0,13	0,11	0,11	0,10	0,14	0,08	0,11	0,09	0,10	0,12	0,13	0,11	0,11
Amplit. Contr.	0,08	0,10	0,05	0,09	0,07	0,05	0,03	0,15	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,07
Desvio Padrão Contr.	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Valor de Refer.	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	

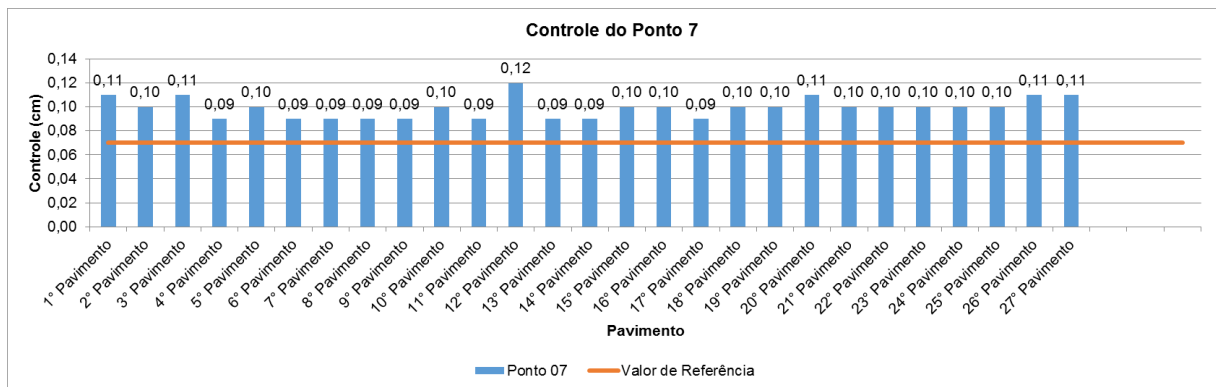
Fonte: O Autor, 2017.

Figura 47: Controle do Ponto 03



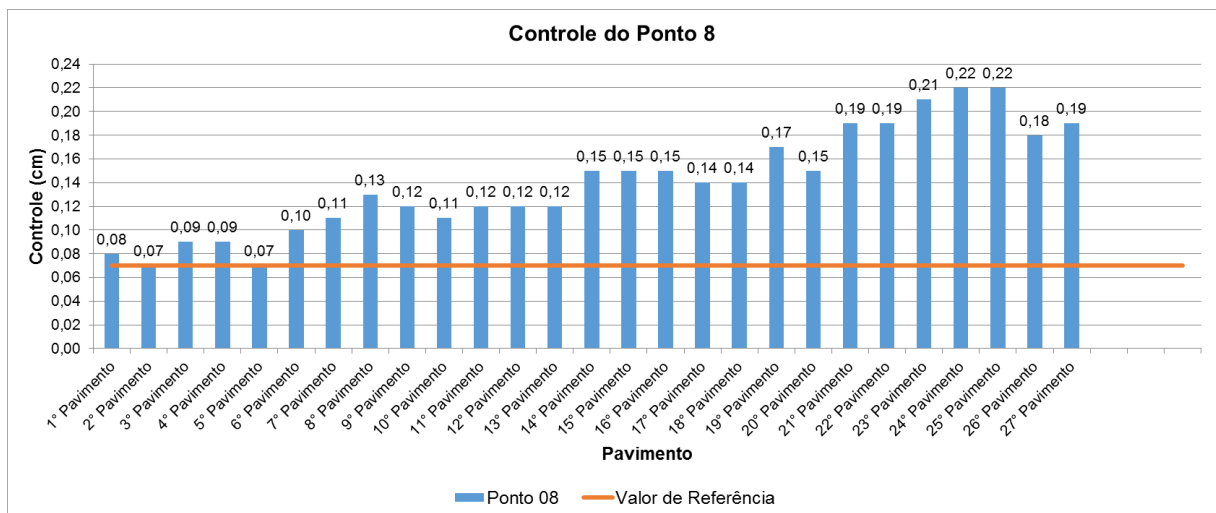
Fonte: O autor, 2017.

Figura 48: Controle do Ponto 07



Fonte: O autor, 2017.

Figura 49: Controle do Ponto 08

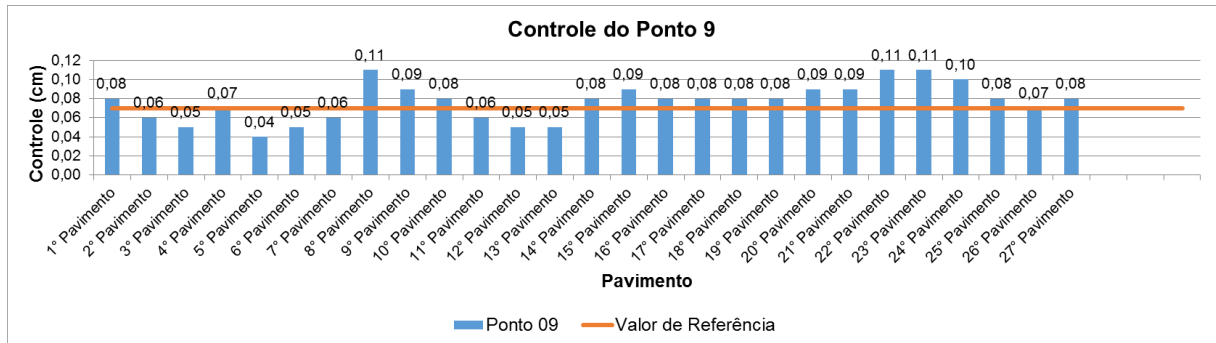


Fonte: O autor, 2017.

Os gráficos das figuras 47, 48 e 49 mostram os controles dos pontos 3, 7 e 8 em relação à linha de referência considerada de afastamento vertical (7 cm), por pavimento, onde se faz necessário à utilização de espessuras de argamassa acima

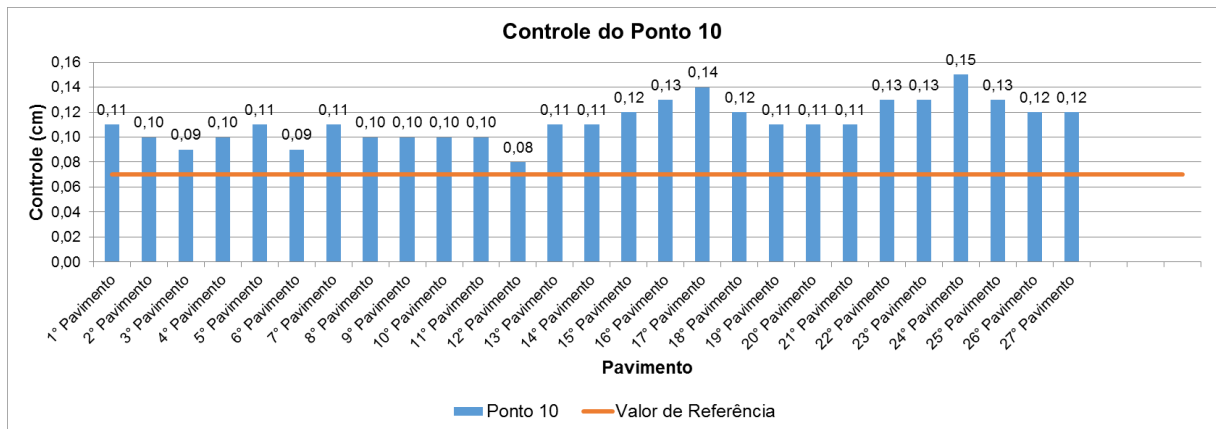
do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura entre o 1º e 27º pavimento do EDIFÍCIO A.

Figura 50: Controle do Ponto 09



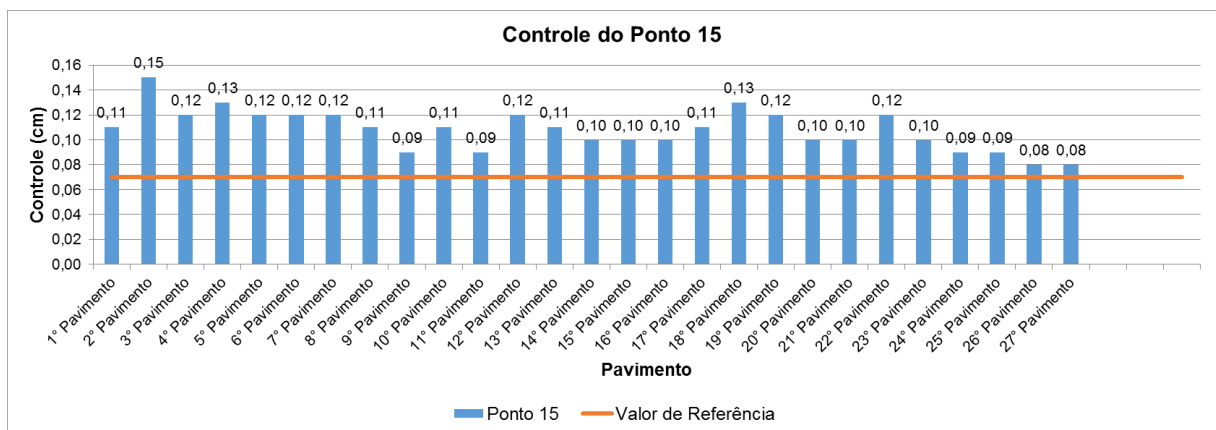
Fonte: O autor, 2017.

Figura 51: Controle do Ponto 10



Fonte: O autor, 2017.

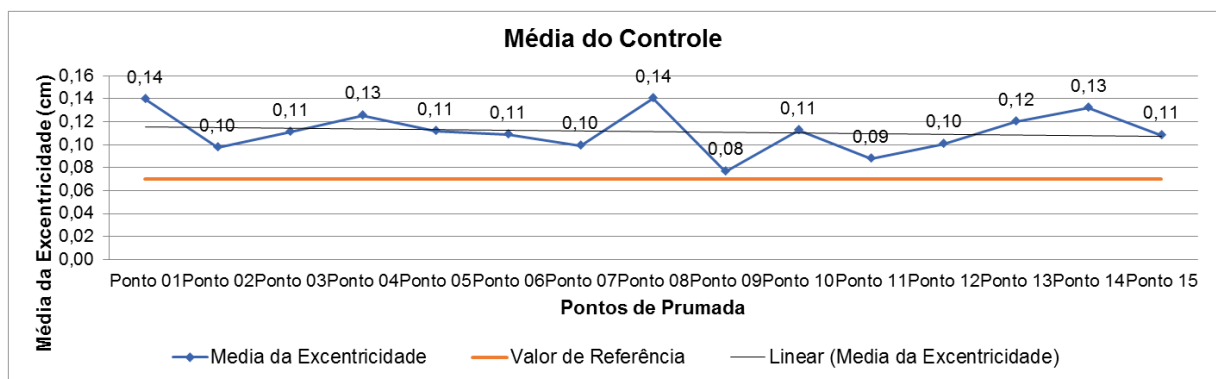
Figura 52: Controle do Ponto 15



Fonte: O autor, 2017.

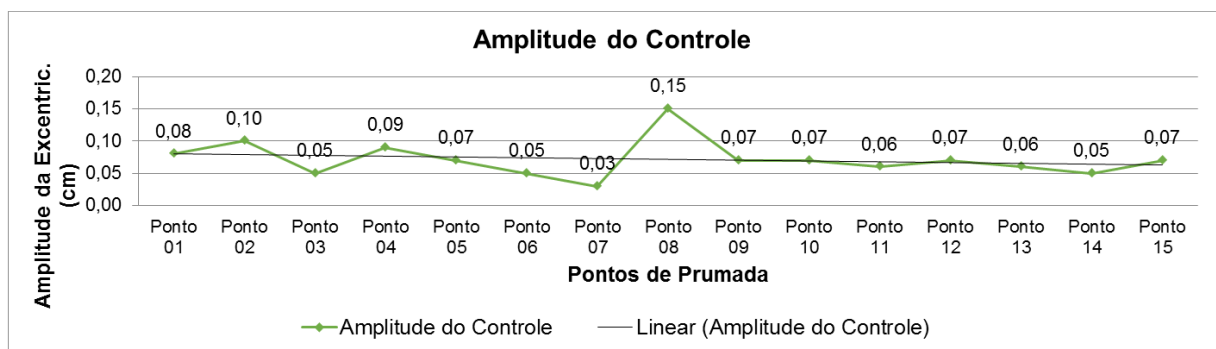
Os gráficos das figuras 50, 51 e 52 mostram os controles dos pontos 9, 10 e 15 em relação à linha de referência considerada de afastamento vertical (7 cm), por pavimento, onde se faz necessário a utilização de espessuras de argamassa acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento, alinhamento da estrutura, e escarificação (retrabalho) no ponto 9 entre o 2º e 14º pavimento do EDIFÍCIO A.

Figura 53: Média do Controle



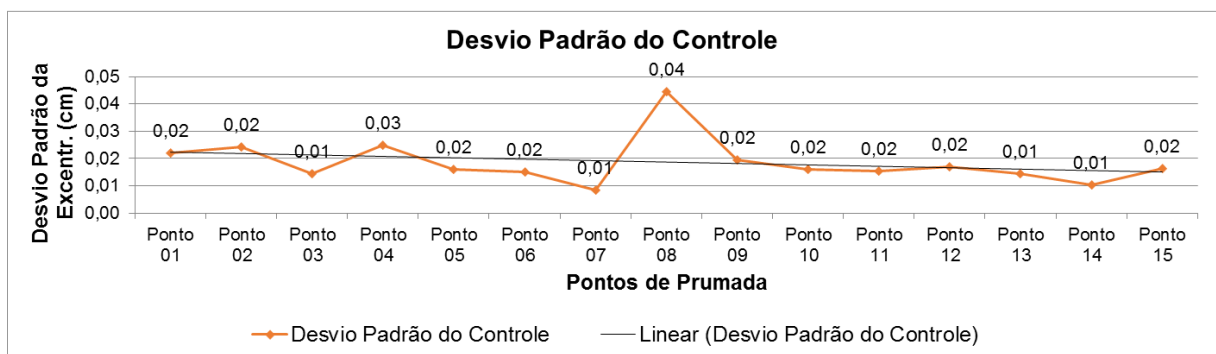
Fonte: O autor, 2017.

Figura 54: Amplitude do Controle



Fonte: O autor, 2017.

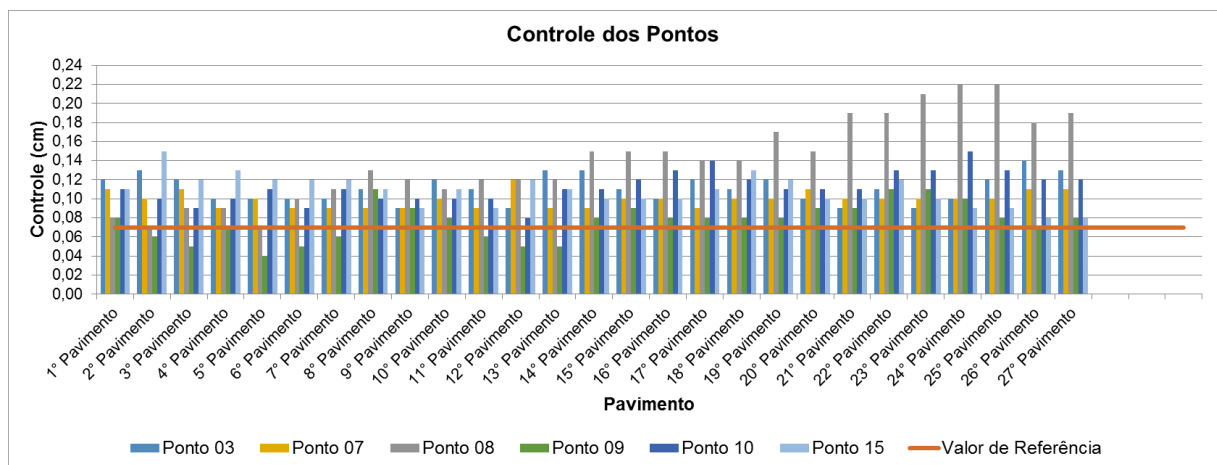
Figura 55: Desvio Padrão do Controle



Fonte: O autor, 2017.

Os gráficos das figuras 53, 54 e 55 mostram a média, amplitude e desvio padrão dos controles dos pontos 01, 02,..., 14 e 15 em relação à linha de referência considerada de afastamento vertical (7 cm), a necessidade da utilização de espessuras de argamassa bastante acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura bem como, a escarificação (retrabalho) no ponto 9 do EDIFÍCIO A.

Figura 56: Resumo do Controle dos Pontos



Fonte: O autor, 2017.

O gráfico da figura 56 sintetiza de maneira geral o controle dos pontos 3, 7, 8, 9, 10 e 15, por pavimento, em relação à linha de referência considerada de afastamento vertical (7 cm), a necessidade da utilização de espessuras de argamassa bastante acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura e alvenarias, bem como a escarificação (retrabalho) no ponto 9 do EDIFÍCIO A.

4.4 EDIFÍCIO B

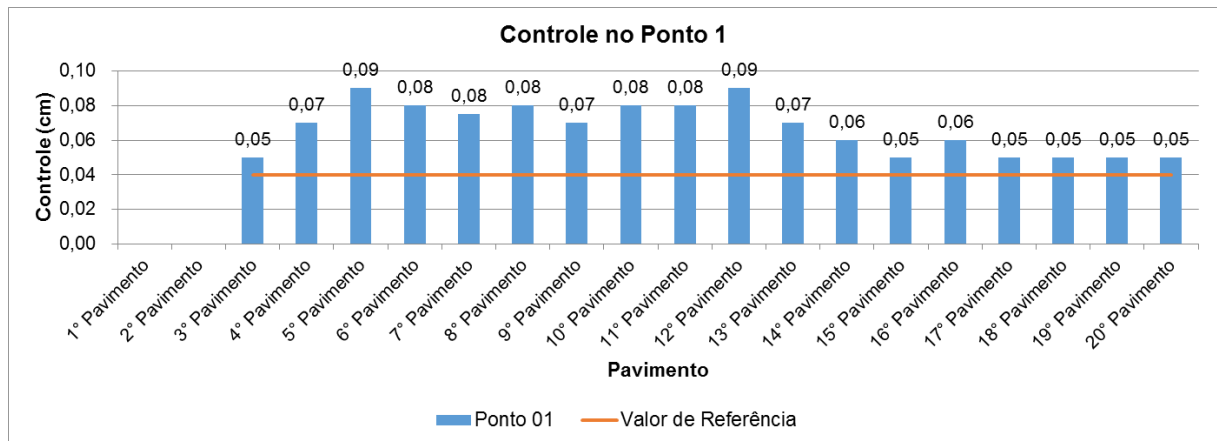
4.4.1. Levantamento de Medidas à Trena: Controle da volumetria da estrutura

Tabela 6: Controle Volumetria da Estrutura do Edifício B

Controle de Pontos de Prumadas considerando revestimento (m).								
Pavimentos	Pontos						Valor de Referência	
	Pt 01	Pt 02	Pt 03	Pt 04	Pt 05	Pt 06		
1°								
2°								
3°	0,05	0,04	0,03	0,08	0,08	0,05	0,04	
4°	0,07	0,09	0,03	0,05	0,03	0,06	0,04	
5°	0,09	0,07	0,03	0,06	0,06	0,08	0,04	
6°	0,08	0,07	0,03	0,03	0,07	0,07	0,04	
7°	0,08	0,07	0,03	0,04	0,07	0,06	0,04	
8°	0,08	0,08	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	
9°	0,07	0,06	0,03	0,06	0,08	0,05	0,04	
10°	0,08	0,07	0,03	0,08	0,07	0,06	0,04	
11°	0,08	0,07	0,04	0,06	0,06	0,08	0,04	
12°	0,09	0,07	0,03	0,04	0,03	0,08	0,04	
13°	0,07	0,07	0,03	0,07	0,04	0,06	0,04	
14°	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05	0,08	0,04	
15°	0,05	0,05	0,04	0,07	0,07	0,06	0,04	
16°	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	
17°	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,03	0,04	
18°	0,05	0,04	0,04	0,08	0,07	0,04	0,04	
19°	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	
20°	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	
Valor de Referência	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		Média dos Resultados
Media da Excentricidade	0,067	0,061	0,036	0,056	0,057	0,060		0,0560
Amplitude do Controle	0,040	0,050	0,020	0,050	0,050	0,050		0,0433
Desvio Padrão do Controle	0,015	0,015	0,006	0,019	0,016	0,015		0,0143

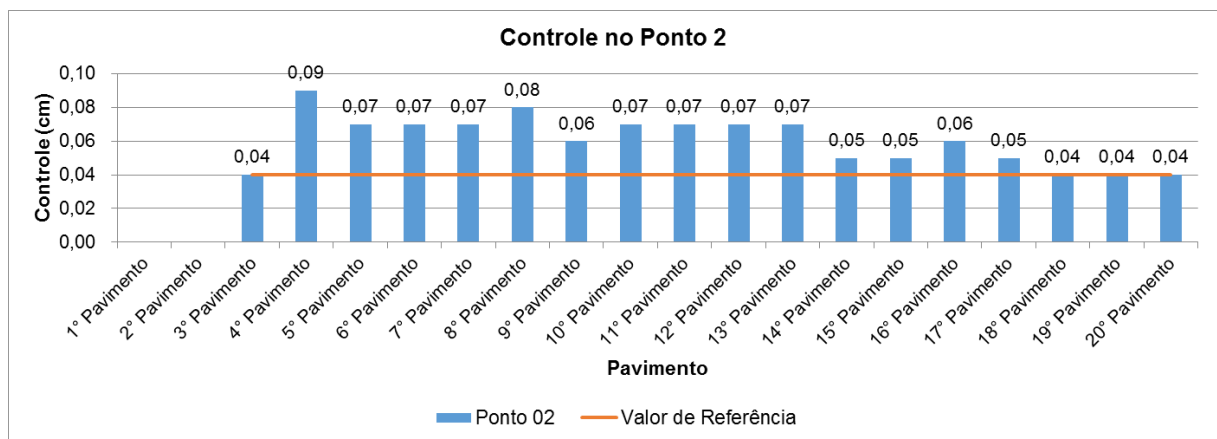
Fonte: O Autor, 2017.

Figura 57: Controle do Ponto 01



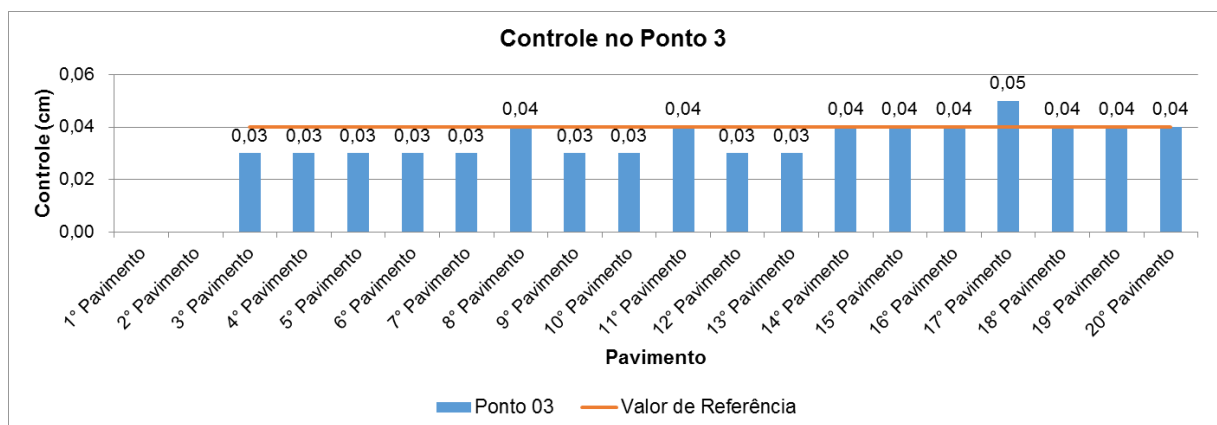
Fonte: O autor, 2017.

Figura 58: Controle do Ponto 02



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 59: Controle do Ponto 03

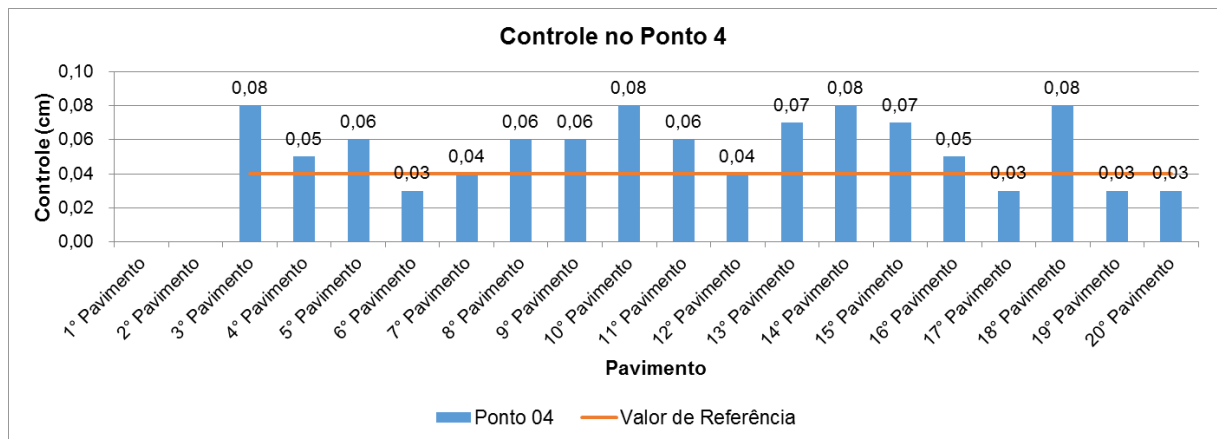


Fonte: O Autor, 2017.

Os gráficos das figuras, 57, 58 e 59 mostram os controles dos pontos 1, 2 e 3 em relação à linha de referência de afastamento vertical (4 cm), por pavimento, onde se faz necessário à utilização de espessuras de argamassa acima do projetado,

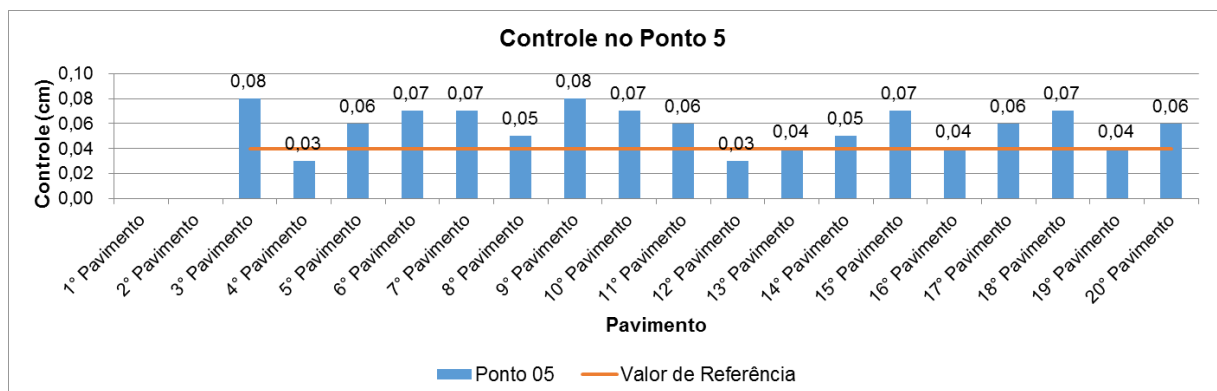
para correção de imperfeições de prumo, nivelamento, alinhamento da estrutura e escarificação (retrabalho) no ponto 3 entre 3º e 14º pavimento do EDIFÍCIO B.

Figura 60: Controle do Ponto 04



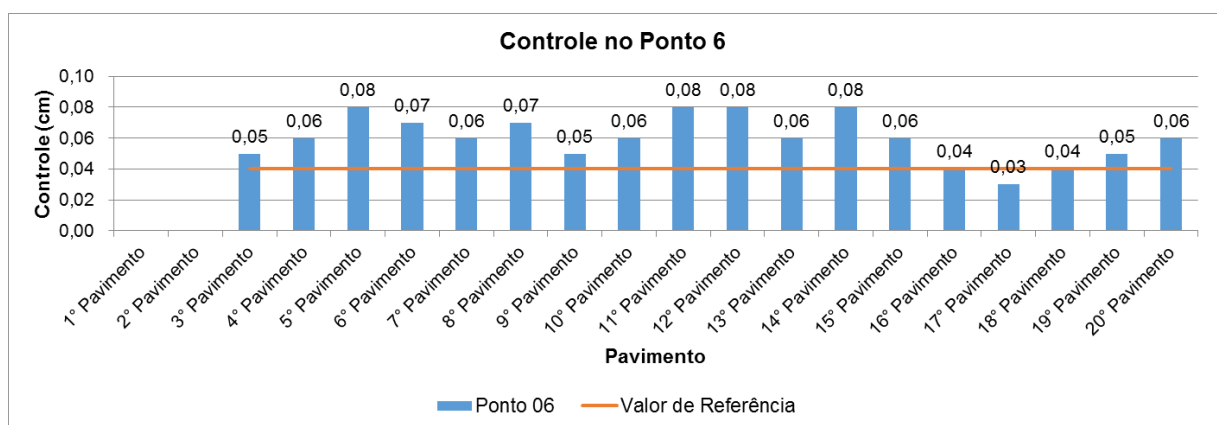
Fonte: O Autor, 2017.

Figura 61: Controle do Ponto 05



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 62: Controle do Ponto 06

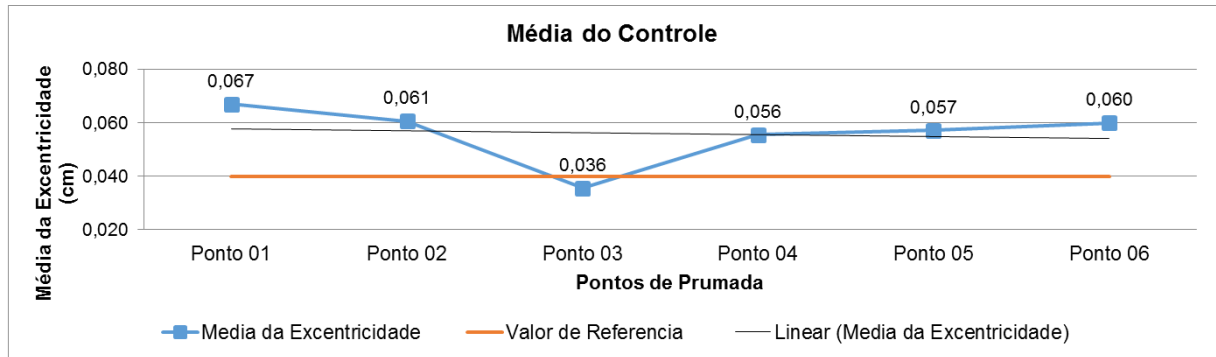


Fonte: O Autor, 2017.

Os gráficos das figuras 60, 61 e 62 mostram os controles dos pontos 4, 5 e 6 em relação à linha de referência de afastamento vertical (4 cm), por pavimento, onde

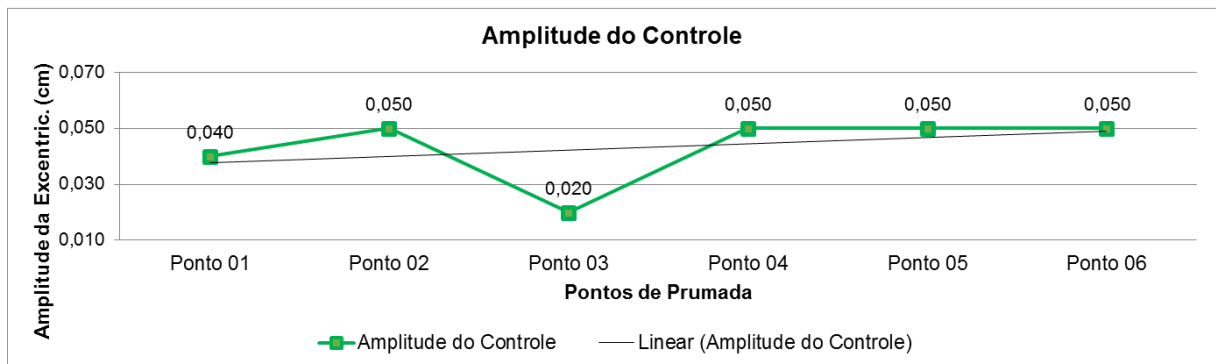
se faz necessário à utilização de espessuras de argamassa acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento, alinhamento da estrutura e escarificação (retrabalho) nos ponto 4, 5 e 6 do EDIFÍCIO B.

Figura 63: Média do Controle



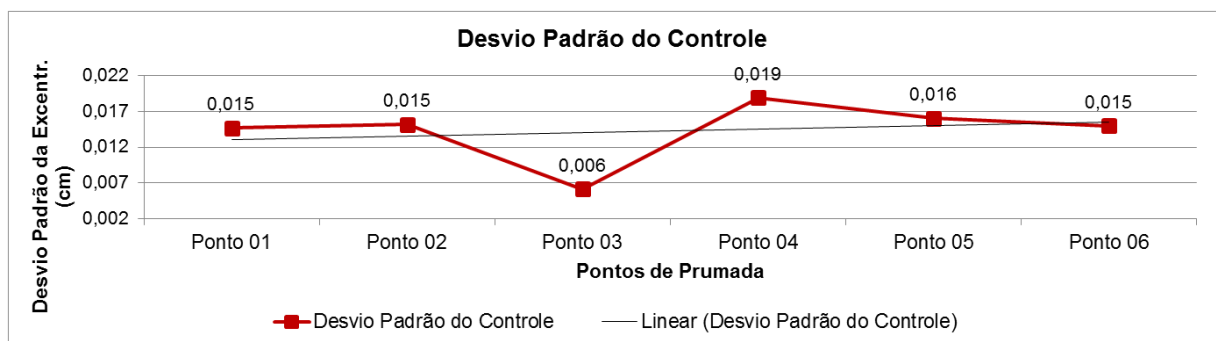
Fonte: O Autor, 2017.

Figura 64: Amplitude do Controle



Fonte: O Autor, 2017.

Figura 65: Desvio Padrão do Controle

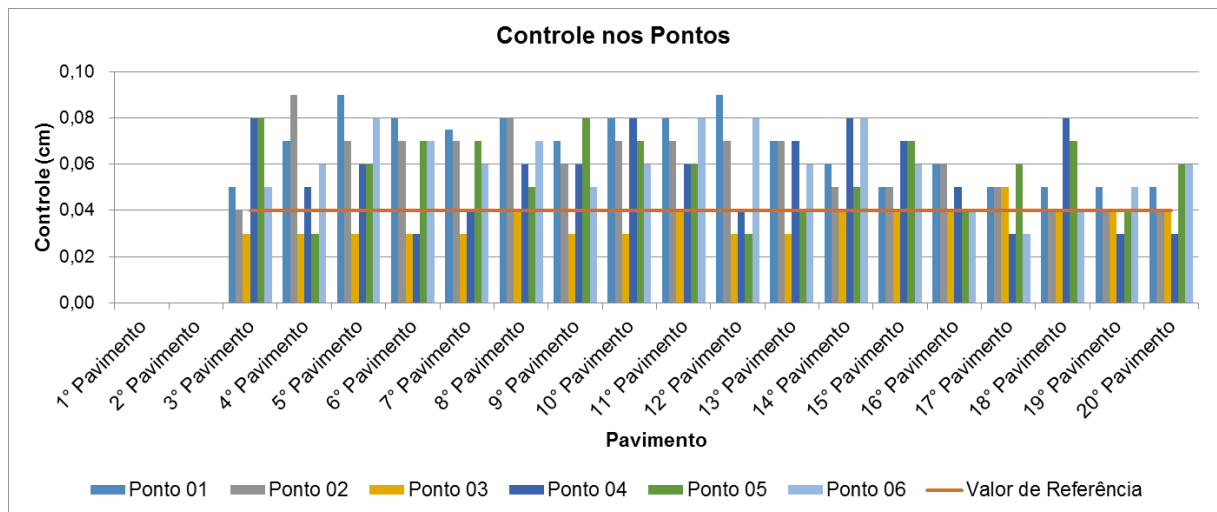


Fonte: O Autor, 2017.

Os gráficos das figuras 63, 64 e 65 mostram a média, amplitude e desvio padrão dos controles dos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, em relação à linha de referência

considerada de afastamento vertical (4 cm), a necessidade da utilização de espessuras de argamassa acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura bem como, a escarificação (retrabalho) no ponto 3 do EDIFÍCIO B.

Figura 66: Resumo do Controle dos Pontos



Fonte: O Autor, 2017.

O gráfico da figura 66 sintetiza de maneira geral o controle dos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, por pavimento, em relação à linha de referência considerada de afastamento vertical (4 cm), a necessidade da utilização de espessuras de argamassa acima do projetado, para correção de imperfeições de prumo, nivelamento e alinhamento da estrutura e alvenarias, bem como a escarificação (retrabalho) nos pontos 3 e 5 do EDIFÍCIO B.

4.5 DIFERENÇA ENTRE AS MEDIDAS TOPOGRÁFICAS

4.5.1 Edifício A

4.5.1.1 Trena Afastamento Médio: 4,0 cm

4.5.1.2 Estação Total Afastamento Médio: 4,13 cm

Após análise entre as medidas com trena e estação total no prédio A foi verificado uma diferença de medidas de 0,13 cm.

Diante da convergência dos resultados do afastamento da verticalidade pelos dois processos de medição, será adotado o valor de 4,13 cm, obtido pela estação total, por ser considerado mais preciso;

4.5.2 Edifício B

4.5.2.1 Trena Afastamento Médio: 1,60 cm

4.5.2.2 Estação Afastamento Médio: 2,04 cm

Após apreciação entre as medidas com trena e estação total no prédio B foi constatada uma diferença de medidas de 0,44 cm

Diante da convergência dos resultados do afastamento da verticalidade pelos dois processos de medição, será adotado o valor de 2,04 cm, obtido pela estação total, por ser considerado mais preciso.

4.6 CÁLCULO DOS CUSTOS E DOS VOLUMES DE ARGAMASSA POR PAVIMENTO

4.6.1 Composição de Custos: Preços SINAPI e SEDOP (abril/2017)

4.6.1.1. Revestimento da Fachada Externa (preço SINAPI)

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA O SERVIÇO DE REVESTIMENTO EXTERNO								
						Preço Unit. Referência SINAPI Abril/2017		
Serviço			CHAPISCO ROLADO (FACHADA/ MURO DE FECHAMENTO)			R\$ /m ² 5,86		
Tipo	Código SINAPI	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit.	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	88309	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,100000	16,9700	1,6970		
MO	88242	Servente (com encargos sociais)	h	0,150000	13,5600	2,0340		
EQ	00041805	Locação de andaime suspenso.	h	0,150000	2,0500		0,3075	
MC	00001379	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	kg	2,430000	0,6000			1,4580
MC	00000370	Areia / Media Lavada	m ³	0,006100	60,0000			0,3660
MC	00000132	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,000000	5,4200			0,0000
Total do serviço						3,7310	0,3075	1,8240
Percentual por grupo						63,64%	5,25%	31,11%

Serviço			MAPEAMENTO/ TALISCAMENTO DA FACHADA			R\$ /m ² 8,60		
Tipo	Código SINAPI	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	88309	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,250000	16,9700	4,2425		
MO	88242	Servente (com encargos sociais)	h	0,250000	13,5600	3,3900		
EQ	00041805	Locação de andaime suspenso.	h	0,250000	2,0500		0,5125	
MC	00001379	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	kg	0,120000	0,6000			0,0720
MC	00000370	Areia / Media Lavada	m ³	0,006000	60,0000			0,3600
MC	00000132	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,004000	5,4200			0,0217
Total do serviço						7,6325	0,5125	0,4537
Percentual por grupo						88,76%	5,96%	5,27%

Serviço			REBOCO EXTERNO – FACHADA			R\$ /m ² 37,97		
Tipo	Código SINAPI	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	88309	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,810000	16,9700	13,7457		
MO	88242	Servente (com encargos sociais)	h	0,660000	13,5600	8,9496		
EQ	00041805	Locação de andaime suspenso.	h	0,810000	2,0500		1,6605	
MC	00001379	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	kg	19,44000	0,6000			11,6640
MC	00000370	Areia / Media Lavada	m ³	0,030000	60,0000			1,8000
MC	00000132	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,026800	5,4200			0,1453
Total do serviço						22,6953	1,6605	13,6093
Percentual por grupo						59,77%	4,37%	35,84%

Total Geral do Serviço	52,43
-------------------------------	--------------

Fonte: O Autor, 2017.

4.6.1.2. Revestimento da Fachada Externa (preço SEDOP)

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA O SERVIÇO DE REVESTIMENTO EXTERNO								
Serviço			CHAPISCO ROLADO (FACHADA/ MURO DE FECHAMENTO)			Preço Unit. Referência SEDOP Abril/2017 R\$ /m ² 16,34		
Tipo	Código SEDOP	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit.	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	O00004	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,100000	15,2400	1,5240		
MO	O00006	Servente (com encargos sociais)	h	0,150000	11,0400	1,6560		
EQ	D00361	Locação de andaime metálico.	m ² /mês	0,909000	12,5000		11,3625	
MC	J00003	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	sc	0,048600	31,2400			1,5183
MC	J00005	Areia / Media Lavada	m ³	0,006100	46,0000			0,2806
MC	D00349	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,000000	8,3000			0,0000
Total do serviço						3,1800	11,3625	1,7989
Percentual por grupo						19,46%	69,53%	11,01%

		Serviço	MAPEAMENTO/ TALISCAMENTO DA FACHADA			R\$ /m ² 18,32		
Tipo	Código SEDOP	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	O00004	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,250000	15,2400	3,8100		
MO	O00006	Servente (com encargos sociais)	h	0,250000	11,0400	2,7600		
EQ	D00361	Locação de andaime metálico.	m ² /mês	0,909000	12,5000		11,3625	
MC	J00003	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	sc	0,002400	31,2400			0,0750
MC	J00005	Areia / Media Lavada	m ³	0,006000	46,0000			0,2760
MC	D00349	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,004000	8,3000			0,0332
Total do serviço						6,5700	11,3625	0,3842
Percentual por grupo						35,86%	62,03%	2,09%

		Serviço	REBOCO EXTERNO – FACHADA			R\$ /m ² 44,74		
Tipo	Código SEDOP	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unitário	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
MO	O00004	Pedreiro (com encargos sociais)	h	0,810000	15,2400	12,3444		
MO	O00006	Servente (com encargos sociais)	h	0,660000	11,0400	7,2864		
EQ	D00361	Locação de andaime metálico.	m ² /mês	0,909000	12,5000		11,3625	
MC	J00003	Cimento Portland Composto / CP II E -32 RS	sc	0,388800	31,2400			12,1461
MC	J00005	Areia / Media Lavada	m ³	0,030000	46,0000			1,3800
MC	D00349	Aditivo Líquido Plastificante p/ Argamassas	l	0,026800	8,3000			0,2224
Total do serviço						19,6308	11,3625	13,7486
Percentual por grupo						43,87%	25,39%	30,72%

Total Geral do Serviço						79,40		
------------------------	--	--	--	--	--	-------	--	--

Fonte: O Autor, 2017.

4.6.1.3. Equipe de Topografia (preço SINAPI)

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA SERVIÇO TOPOGRÁFICO								
						Preço Unit. Referência SINAPI Abril/2017		
Serviço			Serviço de Topografia - Controle Volumétrico das Fachadas Externas			R\$ /Hora 48,65		
Tipo	Código SEDOP	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit.	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
EQ		Depreciação do equipamento	h	1,000	2,2600		2,2600	
EQ		Juros horários do equipamento	h	1,000	1,6900		1,6900	
EQ	COTAÇÃO	Investimento do Equipamento	h	1,000	7,5300		7,5300	
EQ		Manutenção do equipamento	h	1,000	1,3600		1,36	
MO	90781	Topografo (com encargos)	h	1,000	14,330	14,33		
MO	88316	Auxiliar de topografia (com encargos)	h	2,000	10,740	21,48		
Total do serviço						35,8100	12,8400	0,0000
Percentual por grupo						73,61%	26,39%	0,00%
Total Geral do Serviço						48,65		

Fonte: O Autor, 2017.

4.6.1.4. Equipe de Topografia (preço SEDOP)

COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA SERVIÇO TOPOGRÁFICO								
Preço Unit. Referência SEDOP Abril/2017								
Serviço			Serviço de Topografia - Controle Volumétrico das Fachadas Externas			R\$ /Hora 62,35		
Tipo	Código SEDOP	Descrição	Unid.	Quant.	Preço unit.	Preço total por grupo		
						Mão de obra	Equipam.	Mater.
EQ		Depreciação do equipamento	h	1,000	2,2600		2,2600	
EQ		Juros horários do equipamento	h	1,000	1,6900		1,6900	
EQ	COTAÇÃO	Investimento do Equipamento	h	1,000	7,5300		7,5300	
EQ		Manutenção do equipamento	h	1,000	1,3600		1,36	
MO	O00003	Topografo (com encargos)	h	1,000	27,4300	27,43		
MO	O00006	Auxiliar de topografia (com encargos)	h	2,000	11,0400	22,08		
Total do serviço						49,5100	12,8400	0,0000
Percentual por grupo						79,41%	20,59%	0,00%
Total Geral do Serviço						62,35		

Fonte: O Autor, 2017.

Tabela 7: Comparativo dos Custos Unitários

Serviços	Referência de Preço (Abril/ 2017)		Diferença em R\$	Diferença em %
	SINAPI	SEDOP		
Revestimento da Fachada Externa (m²)	52,43	79,40	26,97	51,44
Serviços Topográficos (h)	48,65	62,35	13,70	28,16

Fonte: O Autor, 2017.

Com base nas composições de custos expostos acima foi possível apresentar de acordo com a tabela 7 um comparativo resumido dos resultados obtidos pela referência de preço SINAPI/SEDOP (abril/2017) onde se observa nas duas composições de custos de preços unitários um acréscimo de 51,44% no revestimento da fachada externa, e de 28,16% nos serviços topográficos, respectivamente, nos prédios A e B.

4.7 EDIFÍCIO A

Tabela 8: Cálculo do volume de argamassa a mais (4 cm) - Edifício A

EDIFÍCIO A: Cálculo do volume de argamassa por pavimento.																		
Pavi.	Ponto															Méd.	DIF.	Vol.
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P 15			
1º	0,15	0,13	0,12	0,11	0,16	0,12	0,11	0,08	0,08	0,11	0,1	0,07	0,1	0,12	0,11	0,11	0,04	12,10
2º	0,12	0,14	0,13	0,12	0,09	0,12	0,1	0,07	0,06	0,1	0,12	0,07	0,09	0,12	0,15	0,11	0,04	10,73
3º	0,12	0,14	0,12	0,13	0,11	0,13	0,11	0,09	0,05	0,09	0,09	0,08	0,1	0,12	0,12	0,11	0,04	10,73
4º	0,15	0,04	0,1	0,12	0,09	0,12	0,09	0,09	0,07	0,1	0,1	0,09	0,11	0,13	0,13	0,10	0,03	9,36
5º	0,12	0,08	0,1	0,08	0,11	0,1	0,1	0,07	0,04	0,11	0,12	0,1	0,12	0,12	0,12	0,10	0,03	8,58
6º	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,09	0,1	0,05	0,09	0,1	0,1	0,12	0,14	0,12	0,10	0,03	9,56
7º	0,12	0,09	0,1	0,1	0,1	0,11	0,09	0,11	0,06	0,11	0,11	0,1	0,12	0,14	0,12	0,11	0,04	10,34
8º	0,15	0,09	0,11	0,13	0,1	0,09	0,09	0,13	0,11	0,1	0,1	0,09	0,11	0,14	0,11	0,11	0,04	11,71
9º	0,13	0,08	0,09	0,13	0,1	0,09	0,09	0,12	0,09	0,1	0,08	0,1	0,1	0,14	0,09	0,10	0,03	9,36
10º	0,15	0,09	0,12	0,11	0,12	0,12	0,1	0,11	0,08	0,1	0,08	0,1	0,13	0,13	0,11	0,11	0,04	11,71
11º	0,13	0,09	0,11	0,08	0,09	0,08	0,09	0,12	0,06	0,1	0,08	0,09	0,11	0,13	0,09	0,10	0,03	7,80
12º	0,16	0,09	0,09	0,1	0,11	0,08	0,12	0,12	0,05	0,08	0,09	0,09	0,13	0,13	0,12	0,10	0,03	9,95
13º	0,16	0,12	0,13	0,11	0,12	0,1	0,09	0,12	0,05	0,11	0,09	0,09	0,14	0,13	0,11	0,11	0,04	12,10
14º	0,11	0,11	0,13	0,13	0,11	0,09	0,09	0,15	0,08	0,11	0,1	0,09	0,12	0,12	0,1	0,11	0,04	11,51
15º	0,12	0,1	0,11	0,13	0,11	0,09	0,1	0,15	0,09	0,12	0,08	0,09	0,11	0,14	0,1	0,11	0,04	11,51
16º	0,12	0,09	0,1	0,15	0,1	0,12	0,1	0,15	0,08	0,13	0,09	0,11	0,12	0,14	0,1	0,11	0,04	12,68
17º	0,12	0,09	0,12	0,14	0,09	0,13	0,09	0,14	0,08	0,14	0,08	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,04	12,49
18º	0,14	0,09	0,11	0,16	0,12	0,1	0,1	0,14	0,08	0,12	0,08	0,1	0,12	0,13	0,13	0,11	0,04	13,07
19º	0,13	0,09	0,12	0,12	0,12	0,1	0,1	0,17	0,08	0,11	0,09	0,09	0,12	0,14	0,12	0,11	0,04	12,68
20º	0,14	0,08	0,1	0,13	0,1	0,11	0,11	0,15	0,09	0,11	0,08	0,1	0,12	0,14	0,1	0,11	0,04	11,90
21º	0,14	0,07	0,09	0,13	0,11	0,11	0,1	0,19	0,09	0,11	0,07	0,12	0,13	0,13	0,1	0,11	0,04	12,49
22º	0,14	0,09	0,11	0,15	0,12	0,12	0,1	0,19	0,11	0,13	0,08	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,05	15,80
23º	0,12	0,07	0,09	0,09	0,13	0,1	0,1	0,21	0,11	0,13	0,08	0,13	0,15	0,16	0,1	0,12	0,05	14,05
24º	0,15	0,08	0,1	0,14	0,12	0,12	0,1	0,22	0,1	0,15	0,08	0,14	0,15	0,14	0,09	0,13	0,06	16,19
25º	0,18	0,12	0,12	0,16	0,12	0,13	0,1	0,22	0,08	0,13	0,07	0,11	0,13	0,13	0,09	0,13	0,06	16,39
26º	0,19	0,13	0,14	0,17	0,12	0,12	0,11	0,18	0,07	0,12	0,06	0,12	0,13	0,12	0,08	0,12	0,05	15,80
27º	0,19	0,14	0,13	0,17	0,14	0,12	0,11	0,19	0,08	0,12	0,06	0,11	0,11	0,11	0,08	0,12	0,05	15,80
Volume total de argamassa = 323,963 m³																		

Fonte: O Autor, 2017.

A tabela 8 acima mostra o cálculo do volume do revestimento de argamassa pela média das medidas topográficas obtidas à trena, por pavimento, sendo considerada como referência uma linha de prumada de 7 cm de afastamento vertical no EDIFÍCIO A.

Tabela 9: Custo de Revestimento no Edifício A

Cálculo do Custo de Revestimento do Edifício A		
	SINAPI	SEDOP
Área total de argamassa =	7.901,55 m ²	7.901,55 m ²
Custo por m ² trabalhado =	R\$ 52,43	R\$ 79,40
Custo total =	R\$ 414.278,27	R\$ 627.383,07
Média da diferença absoluta =	4,0 cm	4,0 cm
Média relativa =	4,0 cm / 7 cm = 0,585714286 = 58,57% do volume	4,0 cm / 7 cm = 0,585714286 = 58,57% do volume
Custo total x Média relativa =	R\$ 242.648,70	R\$ 367.467,23
Acréscimo no custo total =	R\$ 171.629,57 (70,73%)	R\$ 259.915,84 (70,73%)

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 9 são apresentados os custos de revestimento de fachada do EDIFÍCIO A pela média das medidas topográficas obtidas à trena de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17, nos quais há um acréscimo de 51,44% do custo total dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI.

Tabela 10: Cálculo do volume de argamassa a mais (4,13 cm) - Edifício A

NÚMERO DO PUNTO	MÉDIA DE AFASTAMENTO (m)	AMPLITUDE DE AFASTAMENTO (m)	DESVIO PADRÃO DO AFASTAMENTO (m)	VOLUME DE ARGAMASSA (m³)
4 a 29	0,0365	0,0476	0,0121	10,6899
30 a 57	0,0286	0,1097	0,0259	8,3795
60 a 79	0,135	0,4751	0,0549	11,9921
80 a 84	0,0621	0,0405	0,0161	18,187
86 a 89	0,0148	0,0047	0,002	4,3168
92 a 95	0,0109	0,0171	0,0151	3,1951
106 a 120	0,0952	0,0749	0,0251	27,8636
122 a 134	0,0154	0,0385	0,0168	4,4933
137 a 143	0,0295	0,0403	0,0138	8,6469
147 a 170	0,1113	0,214	0,068	11,9921
172 a 192	0,0167	0,0436	0,0158	4,897
194 a 216	0,0235	0,0424	0,0098	6,8878
219 a 222	0,016	0,0069	0,0142	4,6862
223 a 240	0,0162	0,0487	0,0156	4,735
242 a 261	0,0262	0,049	0,013	7,6733
263 a 282	0,0392	0,0495	0,012	11,4613
284 a 298	0,0464	0,0499	0,0138	13,5781
300 a 318	0,061	0,0781	0,0181	17,8592
320 a 338	0,0326	0,0621	0,0153	9,5329
340 a 358	0,041	0,0679	0,0151	11,9921
360 a 379	0,0371	0,0686	0,0178	10,8714
381 a 398	0,0542	0,0596	0,018	15,8617
400 a 418	0,0439	0,1099	0,0254	12,8575
432 a 452	0,0462	0,0848	0,0203	13,5251
455 a 479	0,0257	0,0538	0,0137	7,5306
481 a 501	0,0586	0,1396	0,0384	17,1444
503 a 524	0,0379	0,2632	0,0534	11,0862
528 a 533	0,0112	0,0478	0,0108	3,2747
557 a 579	0,0343	0,0936	0,0214	10,0351
583 a 605	0,0323	0,1123	0,022	9,4381
Volume total de argamassa = 326,334m³				

A tabela 10 acima mostra o cálculo do volume do revestimento de argamassa pela média das medidas topográficas obtidas com a estação total, por pavimento,

sendo considerada como referência uma linha de prumada de 7 cm de afastamento vertical no EDIFÍCIO A.

Tabela 11: Custo de Revestimento no Edifício A

Cálculo do Custo de Revestimento do Edifício A		
	SINAPI	SEDOP
Área total de argamassa =	7.901,55 m ²	7.901,55 m ²
Custo por m ² trabalhado =	R\$ 52,43	R\$ 79,40
Custo total =	R\$ 414.278,27	R\$ 627.383,07
Média da diferença absoluta =	4,13 cm	4,13 cm
Média relativa =	4,13 cm / 7 cm = 0,590000000 = 59,00% do volume	4,13 cm / 7 cm = 0,590000000 = 59,00% do volume
Acréscimo no custo total =	R\$ 244.424,18	R\$ 370.156,01
Custo total x Média relativa =	R\$ 169.854,09	R\$ 257.227,06

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 11 são apresentados os custos de revestimento de fachada do EDIFÍCIO A calculados pela média das medidas topográficas obtidas com a estação total de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17, preços esses que variaram em 51,44% entre si.

Constata-se que em uma variação de volume de 59,00%, decorrente da diferença na verticalidade, produz um acréscimo no orçamento de 69,49%, ou seja, R\$ 244.424,18 ou R\$ 370.156,01, dependendo do CUB, relativamente ao custo total para o serviço.

7.1 Cálculo do valor dos serviços topográficos:

Tabela 12: Custo de Serviços Topográficos do Edifício A

Cálculo do Custo de Serviços Topográficos do Edifício A		
SINAPI	R\$ 48,65 x 8 h x 150 dias =	R\$ 58.380,00
SEDOP	R\$ 62,35 x 8 h x 150 dias =	R\$ 74.820,00 (acréscimo de 28,16%)

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 12 são apresentados os custos de serviços topográficos do EDIFÍCIO A de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17 com um acréscimo de 28,16% dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI para 150 dias (1200 h) de serviços para uma equipe permanente de topografia na obra.

4.8 EDIFÍCIO B

Tabela 13: Cálculo do volume de argamassa a mais (1,6 cm) - Edifício B

EDIFÍCIO B: Cálculo do volume de argamassa por pavimento.										
Pavim.	Pontos						Ref.	Méd.	Dif.	Volume
	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06				
1º										
2º										
3º	0,05	0,04	0,03	0,08	0,08	0,05	0,04	0,053	0,013	3,259
4º	0,07	0,09	0,03	0,05	0,03	0,06	0,04	0,053	0,013	3,259
5º	0,09	0,07	0,03	0,06	0,06	0,08	0,04	0,061	0,021	5,264
6º	0,08	0,07	0,03	0,03	0,07	0,07	0,04	0,056	0,016	4,011
7º	0,08	0,07	0,03	0,04	0,07	0,06	0,04	0,056	0,016	4,011
8º	0,08	0,08	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,060	0,020	5,014
9º	0,07	0,06	0,03	0,06	0,08	0,05	0,04	0,056	0,016	4,011
10º	0,08	0,07	0,03	0,08	0,07	0,06	0,04	0,061	0,021	5,264
11º	0,08	0,07	0,04	0,06	0,06	0,08	0,04	0,061	0,021	5,264
12º	0,09	0,07	0,03	0,04	0,03	0,08	0,04	0,054	0,014	3,510
13º	0,07	0,07	0,03	0,07	0,04	0,06	0,04	0,054	0,014	3,510
14º	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05	0,08	0,04	0,057	0,017	4,262
15º	0,05	0,05	0,04	0,07	0,07	0,06	0,04	0,054	0,014	3,510
16º	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,047	0,007	1,755
17º	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,03	0,04	0,044	0,004	1,003
18º	0,05	0,04	0,04	0,08	0,07	0,04	0,04	0,051	0,011	2,757
19º	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,041	0,001	0,251
20º	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	0,046	0,006	1,504
Volume total de argamassa = 68, 184 m³.										

Fonte: O Autor, 2017.

A tabela 13 acima mostra o cálculo do volume do revestimento de argamassa pela média das medidas topográficas obtidas à trena, por pavimento, sendo considerada como referência uma linha de prumada de 4 cm de afastamento vertical no EDIFÍCIO B.

Tabela 14: Custo de Revestimento no Edifício B

Cálculo do Custo de Revestimento do Edifício B		
SINAPI		SEDOP
Área total de argamassa =	4.261,56 m ²	4.261,56 m ²
Custo por m ² trabalhado =	R\$ 52,43	R\$ 79,40
Custo total =	R\$ 223.433,59	R\$ 338.367,86
Média da diferença absoluta.	1,6 cm	1,6 cm
Média relativa =	1,6 cm / 4 cm = 0,40000000 = 40,00% do volume	1,6 cm / 4 cm = 0,40000000 = 40,00% do volume
Custo total x Média relativa =	R\$ 89.373,44	R\$ 135.347,14
Acréscimo no custo total =	R\$ 134.060,15 (150,00%)	R\$ 203.020,72 (150,00%)

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 14 são apresentados os custos de revestimento de fachada do EDIFÍCIO B pela média das medidas topográficas obtidas com a estação total de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17 com um acréscimo de 51,44% do custo total dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI.

Tabela 15: Cálculo do volume de argamassa a mais (1,6cm) - Edifício B

NÚMERO DO PONTO	MÉDIA DE AFASTAMENTO (m)	AMPLITUDE DE AFASTAMENTO (m)	DESVIO PADRÃO DO AFASTAMENTO (m)	VOLUME DE ARGAMASSA (m³)
5 a 20	0,0207	0,0235	0,0072	5,3114
36 a 51	0,0221	0,0477	0,0154	5,6706
53 a 67	0,0200	0,0187	0,0119	5,1318
69 a 86	0,0207	0,0356	0,0071	5,3171
88 a 103	0,0219	0,0306	0,0088	5,6193
105 a 120	0,0213	0,0338	0,0109	5,4654
122 a 136	0,0225	0,0491	0,0140	5,7733
138 a 152	0,0220	0,0521	0,0133	5,6450
174 a 190	0,0226	0,0460	0,0113	5,7989
192 a 208	0,0228	0,0364	0,0123	5,8627
210 a 227	0,0215	0,0533	0,0142	5,5167
229 a 243	0,0158	0,0454	0,0143	4,0541
253 a 256	0,0197	0,0229	0,0118	5,0583
258 a 274	0,0178	0,0612	0,0154	4,5673
276 a 293	0,0240	0,0469	0,0124	6,1582
295 a 311	0,0205	0,0469	0,0128	5,2495
313 a 329	0,0167	0,0299	0,0090	4,2976
331 a 339	0,0227	0,0163	0,0065	5,8276
341 a 352	0,0130	0,0358	0,0127	3,3357
Volume total de argamassa = 99,660 m³				

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 15 são apresentados os custos de revestimento de fachada do EDIFÍCIO B pela média das medidas topográficas obtidas com a estação total de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17 nos quais há um acréscimo de 51,44% do custo total dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI.

Tabela 16: Custo de Revestimento no Edifício B

Cálculo do Custo de Revestimento do Edifício B		
	SINAPI	SEDOP
Área total de argamassa =	4.261,56 m ²	4.261,56 m ²
Custo por m ² trabalhado =	R\$ 52,43	R\$ 79,40
Custo total =	R\$ 223.433,59	R\$ 338.367,86
Média da diferença absoluta.	2,04 cm	2,04 cm
Média relativa =	2,04 cm / 4 cm = 0,510000000 = 51,00% do volume	2,04 cm / 4 cm = 0,510000000 = 51,00% do volume
Acréscimo no custo total =	R\$ 113.951,13	R\$ 172.567,14
Custo total x Média relativa =	R\$ 109.482,46 (96,08%)	R\$ 165.800,72 (96,08%)

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 16 são apresentados os custos de revestimento de fachada do EDIFÍCIO B pela média das medidas topográficas com a estação total de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17 com um acréscimo de 51,44% do custo total dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI.

4.8.1 Cálculo do valor dos serviços topográfico:

Tabela 17: Custo de Serviços Topográficos do Edifício B

Cálculo do Custo de Serviços Topográficos do Edifício B		
SINAPI	R\$ 48,65 x 8 h x 100 dias =	R\$ 38.920,00
SEDOP	R\$ 62,35 x 8 h x 100 dias =	R\$ 49.879,87 (acréscimo de 28,16%)

Fonte: O Autor, 2017.

Na tabela 17 são apresentados os custos de serviços topográficos do EDIFÍCIO B de acordo com os preços de referência SINAPI e SEDOP para o mês de abril/17 com um acréscimo de 28,16% dos preços SEDOP em relação aos preços SINAPI para 100 dias (800 h) de serviços para uma equipe permanente de topografia na obra.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi feita uma análise da viabilidade técnico-econômica do controle da verticalidade e da volumetria do revestimento de fachadas por meio de medidas topográficas de dois edifícios altos utilizando uma Estação Total em condições normais nos quais os valores da variação da posição dos edifícios foram obtidos de forma direta por meio do uso de pontos de coordenadas locais.

Quanto às diferenças encontradas entre os deslocamentos efetivos medidos por duas técnicas topográficas (estação total e trena) mostraram-se compatíveis entre si, sendo (4,13 e 4,00) cm no prédio A e (2,04 e 1,60) cm no prédio B. Para cálculo dos custos, foi utilizada a grandeza obtida pela Estação Total.

Obteve-se uma significativa variação das diferenças dos deslocamentos da vertical encontrada entre as duas construções ($4,13 - 2,04 = 2,09$ cm ou ainda 197,61%), deve-se, muito provavelmente, a diferença nos graus de complexidade dos projetos (por exemplo, o prédio A, com 30 pavimentos, possui 30 faces ou fachadas, enquanto o prédio B, com 20 pavimentos, tem apenas 4 fachadas), e também ao processo construtivo utilizado nas duas obras.

Desta forma, considerando índices do SINAPI, os custos do revestimento de fachada do Edifício A fica estimado em R\$ 414.278,27 para um período de 1200 horas trabalhadas e R\$ 223.433,59 para o prédio B para um tempo 800 horas de trabalhos.

Se forem considerados os mesmos serviços utilizando-se desta forma a composição de custos de preços unitários como referência SEDOP (abril/2017), os custos destes serviços aumentam de R\$ 414.278,27 para R\$ 627.383,07 e de R\$ 223.433,59 para R\$ 338.367,86 para os edifícios A e B, ou seja, um acréscimo de custos dos serviços revestimento de 51,14% em relação aos preços de referência do SINAPI (abril/2017).

A manutenção de uma equipe de topografia com instrumental adequado e preciso, na obra durante o período de execução da estrutura, que não ocorreu em nenhuma das duas obras pesquisadas e, se o tivesse ocorrido, não alcançaria a perfeição geométrica, com desvio nulo da verticalidade, mas certamente produziria uma maior correção geométrica da estrutura, melhora esta que, embora não tenha sido identificada na literatura técnica o quanto seria, indubitavelmente existe, consequentemente geraria uma menor na variação do volume. O custo desta equipe foi estimado, utilizando índices do SINAPI, em R\$ 58.380,00 para o prédio A para um período de 1200 horas trabalhadas e R\$ 38.920,00 para o prédio B para um tempo de 800 horas de trabalhos.

Se considerar os mesmos serviços utilizando-se desta forma a composição de custos de preços unitários como referência SEDOP (abril/2017), os custos destes serviços aumentam de R\$ 58.380,00 para R\$ 74.820,00 e de R\$ 38.920,00 para R\$ 49.897,87 para os edifícios A e B, ou seja, um acréscimo de custos dos serviços topográficos de 28,16% em relação aos preços de referência do SINAPI (abril/2017).

Constata-se que o aumento do custo do serviço de revestimento varia entre 69,49% e 150%, sendo os valores monetários deste aumento entre R\$ 244.424,18 e R\$ 370.156,01 para um prédio e R\$ 113.951,13 e R\$ 172.567,14 para o outro. Logo, este acréscimo de custo decorrente do deslocamento da verticalidade é entre 4,2 a 4,95 vezes maior para o prédio A e 2,93 e 3,46 vezes maior para o prédio B do que o custo do monitoramento topográfico permanente em cada obra. Cabe ressaltar que os desvios padrões nas variações da verticalidade podem indicar faixas de incerteza para apropriação dos valores e, provavelmente, incrementaria o valor do acréscimo de custo.

Diante destas grandezas, é incontestável, para o estudo de caso, a viabilidade técnico-econômica da presença ou manutenção de uma equipe de topografia permanente no canteiro de obras.

Portanto, o monitoramento no controle de estruturas é importante e mesmo necessário para minimizar ou até mesmo erradicar deslocamentos que podem levar a perdas de materiais e bens e, principalmente na economia com relação ao material mal empregado, deste modo é de extrema importância desenvolver estudos sobre este tema, para evitar o acontecimento de tais ocorrências que poderá ser feito em trabalhos futuros.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS:

O tema desta pesquisa é muito amplo, mas, como sugestão para outros estudos que possam expandir e refletir na temática tem-se:

a) estudar a relação entre a complexidade geométrica do projeto e o número de pavimentos ou altura com o deslocamento da verticalidade de edifícios altos;

b) incorporar outros serviços que possam ser impactados em seus custos pela falta de correção ou imprecisão da geometria da estrutura do edifício, como, por exemplo, nível das lajes, para verificar se potencializam ainda mais a viabilidade do uso de equipe topográfica permanente nos canteiros de obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13.133 - ***Execução de Levantamento Topográfico***. Rio de Janeiro, 35p. 1994.

BARROS, E. O. **Controle geométrico da estrutura de concreto armado de edifícios como ferramenta da racionalização construtiva.** Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

BUENO, F. G. **Monitoração, por GPS, de deslocamentos em estruturas com carga dinâmica.** Tese Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. São Paulo, 2007.

CASACA, J. M.; MATOS, J. L.; DIAS, J. M. B. **Topografia Geral – 4ª edição Atualizada e aumentada.** Editora LTC, Rio de Janeiro, 2007.

CUNHA, E. D. **Revestimento de Fachada.** Disciplina Construção Civil I. Pontifícia Universidade de Goiás. Goiás, 2016

CHAVES, J. . C.; et al. **Estação Total Robótica: Experimentos na determinação de deslocamentos.** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Faculdade de Ciências e Tecnologia Presidente Prudente - SP. Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica. Departamento de Cartografia. ANO

CHAVES, J. C. (1994). **Controle de Deformações em Barragens: Métodos de Monitoramento e Viabilidade de Utilização do GPS.** 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Carlos, 1994

CHAVES, J. C. **Uso da Tecnologia GPS na Monitoração de Deformação: Sistemas, Etapas e Experimentos.** Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.

CHAVES, J. . C.; et al. **Deslocamento de Estrutura com Método de Interseção a Vante.** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT. Departamento de Cartografia, Presidente Prudente – SP. Curso Técnico em Agrimensura. 2014.

GUSMÃO, L. H. A. **Avanço da Verticalização em Belém/Pa usando Geotecnologias.** <http://geocartografiadigital.blogspot.com.br/2014/10/o-avanco-da-verticalizacao-em-belempa.html/> acesso em 20/03/2017.

GRANEMANN, D. C. **Estabelecimento de uma Rede Geodésica para o Monitoramento de Estruturas: Estudo de Caso na Usina Hidrelétrica Salto Caxias.** Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005

H2BIN (2017). **Como os drones podem auxiliar na construção civil?** Atrigo. <https://www.h2bim.com/single-post/2017/02/14/Como-os-drones-podem-auxiliar-na-Construção-civil/> acesso 02/jan/2017.

IBGE (2016). **Mapa de localização do Município de Belém.**

LAROCCA. A. P. C. **Uso do GPS como instrumento de controle de deslocamentos dinâmicos de obras civis – Aplicação na área de transporte.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia Universidade de São Carlos- USP. São Carlos, 2004.

LEGGERINNI. M. R. C. Fonte: **Materiais Técnicas e Estruturas**, PUCRS - Faculdade de Arquitetura ano, 2016.

MATOS, R. M. C. **Ação e efeitos do vento em edifícios altos.** Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico Lisboa. Lisboa, 2008

MEDEIROS, Z. F. (1999). **"Considerações sobre a metodologia de levantamentos altimétricos de alta precisão e propostas para a sua implantação"**. Curitiba. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

MENDONÇA, C. H. C. **Monitoramento de estrutura usando a estação total TOPCON IS. Relatório de iniciação científica (BAEE I).** Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP). Presidente Prudente, 2013.

MENDONÇA, C. H. C. **Monitoramento de estrutura com estação total robótica. Relatório de iniciação científica (BAEE I).** Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP). Presidente Prudente, 2014.

MOURA, M. R. C. **Medição de Recalques em Estruturas de Pontes e Edifícios: Estudos de Casos.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Fluminense – Niterói, RJ. 2008.

MCCORMACK, J. **Topografia, p.16.** Editora LTC, 2007.

NBR 13479: 2013 e NBR 13753: 1996. **Espessura da Camada de Argamassa.**

NBR 7200:1988 e NBR 7200:1982. **Revisão dos itens:** referentes à execução do revestimento, ampliando-os de forma a abranger todas as suas etapas: programação do serviço, armazenamento dos materiais, produção da argamassa, preparação da base, aplicação da argamassa e acabamento do revestimento.

NETO. S. M. (2015). **Topografia com Drones: A evolução tecnológica** – DronEng. Artigo. <http://blog.droneng.com.br/topografia-com-drones/> acesso: 02/jan/2017.

NETO. S. M. (2016). **Topografia com drones: Mitos e Verdades** - DronEng. Artigo. <http://blog.droneng.com.br/topografia-com-drones-mitos-e-verdades/> acesso: 02/jan/2017

PALAZZO, D. R. (1); SANTOS FILHO, M. L. (2); MOREIRA, A. R. (3). **A Utilização de Técnicas Geodésicas no Monitoramento de Estruturas Pré-Moldadas.** 1º

Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado, São Carlos, 2005.

SINAPI (2017). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. <https://www.isinapi.com/sinapi-em-excel/acesso> : maio/2017

SOUZA E MEKBEKIAM (1996): **Locação de arames de fachadas para execução do mapeamento**. <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/erica/cdrom-erika/execucao-sequencia.htm>. Acesso: janeiro, 2017.

VEIGA, Luis Augusto Koenig, et al. **Fundamentos de topografia. 2012**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Verificar acesso: 21 de junho, 2014.

VEIGA, L. A. K; ZANETTI, M. A. Z, FAGGION, P. L. **Fundamentos de topografia**. Disponível em <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Verificar acesso: 21 de junho, 2014.

ZOCOLOTTI FILHO, C. A. **Utilização de Técnicas de Poligonação de Precisão para o Monitoramento de Pontos Localizados em Galerias de Inspeção: Estudo de Caso da U.H. de Saltos Caxias**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1- Controle da verticalidade da estrutura: EDIFÍCIO A

EDIFÍCIO A

PONTOS LOCADOS	VISADA (m)	COORDENADAS		ALTITUDE (m)	DIREFENCA DO TOPO		DIFERENÇA ΔH
		E	N		ΔE	ΔN	
1	R	-0,0008	158,9344	-1,22			
2	R	-0,0008	158,9344	-1,22			
3	V	1,372	168,8493	-1,204			
4	ARESTA	-24,5245	90,6977	8,287	0,007	- 0,005	0,008
5	ARESTA	-24,5245	90,6908	11,025	0,007	0,002	0,007
6	ARESTA	-24,5366	90,6604	14,045	0,006	0,032	0,032
7	ARESTA	-24,5374	90,6651	17,095	0,006	0,027	0,028
8	ARESTA	-24,5243	90,664	20,168	0,007	0,028	0,029
9	ARESTA	-24,5434	90,6579	23,167	0,012	0,035	0,037
10	ARESTA	-24,5443	90,6612	26,159	0,013	0,031	0,034
11	ARESTA	-24,5549	90,6551	30,417	0,024	0,037	0,044
12	ARESTA	-24,5471	90,6434	32,201	0,016	0,049	0,052
13	ARESTA	-24,512	90,6601	36,365	0,019	0,032	0,038
14	ARESTA	-24,5336	90,6634	38,43	0,003	0,029	0,029
15	ARESTA	-24,5301	90,6488	41,288	0,001	0,044	0,044
16	ARESTA	-24,5368	90,6577	44,31	0,006	0,035	0,035
17	ARESTA	-24,5352	90,6519	47,317	0,004	0,041	0,041
18	ARESTA	-24,5362	90,6555	50,371	0,005	0,037	0,037
19	ARESTA	-24,5641	90,6594	53,396	0,033	0,033	0,047
20	ARESTA	-24,5352	90,6464	56,427	0,004	0,046	0,046
21	ARESTA	-24,5377	90,6559	59,444	0,007	0,037	0,037
22	ARESTA	-24,5353	90,6468	62,547	0,004	0,046	0,046
23	ARESTA	-24,5427	90,6727	65,529	0,012	0,020	0,023
24	ARESTA	-24,557	90,6558	68,579	0,026	0,037	0,045
25	ARESTA	-24,5642	90,6492	71,581	0,033	0,043	0,054
26	ARESTA	-24,5676	90,6618	74,597	0,037	0,031	0,048
27	ARESTA	-24,5672	90,6604	77,682	0,036	0,032	0,048
28	ARESTA	-24,5246	90,6684	83,722	0,006	0,024	0,025
29	ARESTA	-24,5311	90,6924	86,777	-	-	0,000
						MÁX	
						MÍN	
						AMPLITUDE	
30	ARESTA	-24,8478	88,5208	8,565	-0,022	0,002	0,022
31	ARESTA	-24,8606	88,5877	10,811	-0,009	-0,065	0,066
32	ARESTA	-24,8503	88,5495	13,776	-0,019	-0,027	0,033
33	ARESTA	-24,8724	88,5869	16,779	0,003	-0,064	0,064
34	ARESTA	-24,89	88,5871	19,751	0,020	-0,065	0,068
35	ARESTA	-24,873	88,5528	22,73	0,003	-0,030	0,030
36	ARESTA	-24,8954	88,6309	25,696	0,026	-0,108	0,111
37	ARESTA	-24,8575	88,5521	31,613	-0,012	-0,029	0,032
38	ARESTA	-24,852	88,5209	37,54	-0,018	0,002	0,018
39	ARESTA	-24,8515	88,5404	40,524	-0,018	-0,018	0,025

40	ARESTA	-24,8657	88,5269	43,487	-0,004	-0,004	0,006
41	ARESTA	-24,8663	88,5289	46,47	-0,003	-0,006	0,007
42	ARESTA	-24,8621	88,4974	38,273	-0,007	0,025	0,026
43	ARESTA	-24,8648	88,507	40,514	-0,005	0,016	0,016
44	ARESTA	-24,8703	88,53	43,478	0,001	-0,007	0,007
45	ARESTA	-24,8691	88,5257	46,475	0,000	-0,003	0,003
46	ARESTA	-24,8708	88,5319	49,452	0,001	-0,009	0,009
47	ARESTA	-24,8763	88,5515	52,434	0,007	-0,029	0,030
48	ARESTA	-24,8946	88,5951	55,404	0,025	-0,073	0,077
49	ARESTA	-24,8767	88,5314	58,386	0,007	-0,009	0,011
50	ARESTA	-24,8633	88,5432	61,384	-0,006	-0,021	0,022
51	ARESTA	-24,8827	88,5313	64,339	0,013	-0,009	0,016
52	ARESTA	-24,8769	88,5222	67,311	0,007	0,000	0,007
53	ARESTA	-24,8871	88,5469	70,301	0,018	-0,024	0,030
54	ARESTA	-24,886	88,5428	73,283	0,016	-0,020	0,026
55	ARESTA	-24,8859	88,5296	76,266	0,016	-0,007	0,018
56	ARESTA	-24,8793	88,5059	80,886	0,010	0,017	0,019
57	ARESTA	-24,8696	88,5242	82,181	0,000	-0,002	0,002
58	ARESTA	-24,8696	88,5226	90,432	0,000	0,000	0,000
59	ARESTA	-28,3393	84,6712	86,745	-	-	0,000
60	ARESTA	-28,357	84,6859	83,739	0,018	- 0,015	0,023
61	ARESTA	-28,3947	84,7221	77,686	0,055	- 0,051	0,075
62	ARESTA	-28,3875	84,6815	74,649	0,048	- 0,010	0,049
63	ARESTA	-28,3923	84,726	71,657	0,053	- 0,055	0,076
64	ARESTA	-28,4168	84,8467	68,695	0,077	- 0,176	0,192
65	ARESTA	-28,3687	84,6745	65,532	0,029	- 0,003	0,030
66	ARESTA	-28,3879	84,7591	62,559	0,049	- 0,088	0,100
67	ARESTA	-28,3909	84,7395	59,477	0,052	- 0,068	0,086
68	ARESTA	-28,3558	84,6647	56,42	0,016	0,007	0,018
69	ARESTA	-28,3707	84,6764	53,393	0,031	- 0,005	0,032
70	ARESTA	-28,3684	84,6983	50,387	0,029	- 0,027	0,040
71	ARESTA	-28,3675	84,7377	47,355	0,028	- 0,067	0,072
72	ARESTA	-28,3561	84,6698	41,29	0,017	0,001	0,017
73	ARESTA	-28,3894	84,8305	38,311	0,050	- 0,159	0,167
74	ARESTA	-28,3808	84,7243	32,204	0,041	- 0,053	0,067
75	ARESTA	-28,4202	84,842	29,215	0,081	- 0,171	0,189
76	ARESTA	-28,4247	84,8773	26,218	0,085	- 0,206	0,223
77	ARESTA	-28,4606	84,9829	23,206	0,121	- 0,312	0,334
78	ARESTA	-28,502	85,1355	20,201	0,163	- 0,464	0,492
79	ARESTA	-28,496	85,0573	17,162	0,157	- 0,386	0,417
80	ARESTA	-32,2277	82,0409	71,552	0,017	0,032	0,036
81	ARESTA	-32,2008	82,011	74,577	0,010	0,062	0,063
82	ARESTA	-32,1735	82,0256	77,62	0,037	0,047	0,060
83	ARESTA	-32,1823	82,0014	80,652	0,028	0,072	0,077
84	ARESTA	-32,1832	82,0036	83,672	0,027	0,069	0,075

85	ARESTA	-32,2104	82,073	86,776	-	-	0,000
86	ARESTA	-33,6675	84,3122	74,626	0,014	0,004	0,015
87	ARESTA	-33,6632	84,3015	77,63	0,010	0,014	0,017
88	ARESTA	-33,649	84,3038	82,699	0,004	0,012	0,013
89	ARESTA	-33,6488	84,3021	83,679	0,004	0,014	0,014
90	ARESTA	-33,6532	84,3157	86,705	-	-	0,000
91	ARESTA	-35,8183	82,7965	90,466	-	-	0,000
92	ARESTA	-35,8182	82,794	86,669	0,000	0,002	0,003
93	ARESTA	-35,8234	82,8062	83,636	0,005	- 0,010	0,011
94	ARESTA	-35,8078	82,7799	81,252	0,011	0,017	0,020
95	ARESTA	-35,8195	82,807	77,414	0,001	- 0,011	0,011
96	ARESTA	-41,0328	83,1067	84,979			
97	ARESTA	-41,0313	83,1037	90,256			
98	ARESTA	-41,8378	84,3588	87,520			
99	ARESTA	-44,0763	82,7763	90,097			
100	ARESTA	-40,3192	83,6069	84,101			
101	ARESTA	-28,4106	84,8885	14,08			
102	ARESTA	-28,3946	84,8816	11,042			
103	ARESTA	-28,3844	84,9113	8,036			
104	V	-0,7126	61,5733	-0,451			
105	R						
106	ARESTA	-40,2807	83,6414	11,787	0,050	- 0,109	0,119
107	ARESTA	-40,2646	83,6296	14,804	0,034	- 0,097	0,102
108	ARESTA	-40,2808	83,6387	17,827	0,050	- 0,106	0,117
109	ARESTA	-40,1937	83,5898	20,842	-0,037	- 0,057	0,068
110	ARESTA	-40,2471	83,6018	23,904	0,016	- 0,069	0,071
111	ARESTA	-40,3071	83,6186	27,011	0,076	- 0,086	0,115
112	ARESTA	-40,308	83,6191	29,919	0,077	- 0,086	0,116
113	ARESTA	-40,2545	83,5825	32,954	0,023	- 0,050	0,055
114	ARESTA	-40,2865	83,5933	35,964	0,055	- 0,060	0,082
115	ARESTA	-40,2979	83,5996	39,037	0,067	- 0,067	0,094
116	ARESTA	-40,3155	83,6095	42,09	0,084	- 0,077	0,114
117	ARESTA	-40,329	83,5875	45,148	0,098	- 0,055	0,112
118	ARESTA	-40,319	83,5818	45,061	0,088	- 0,049	0,101
119	ARESTA	-40,3347	83,5904	48,267	0,104	- 0,058	0,118
120	ARESTA	-40,2699	83,5545	51,153	0,039	- 0,022	0,044
121	ARESTA	-40,2311	83,5329	53,968	0,000	-	0,000
122	ARESTA	-44,0479	82,7799	14,032	-0,041	0,007	0,042
123	ARESTA	-44,0781	82,7892	17,073	-0,011	- 0,002	0,011
124	ARESTA	-44,0872	82,7842	20,075	-0,002	0,003	0,003
125	ARESTA	-44,0777	82,8023	23,123	-0,011	- 0,015	0,019
126	ARESTA	-44,097	82,7927	26,126	0,008	- 0,006	0,010
127	ARESTA	-44,0732	82,781	29,164	-0,016	0,006	0,017
128	ARESTA	-44,0789	82,794	32,165	-0,010	- 0,007	0,012
129	ARESTA	-44,0843	82,7766	35,207	-0,005	0,010	0,011

130	ARESTA	-44,0812	82,7751	38,25	-0,008	0,012	0,014
131	ARESTA	-44,0792	82,8085	41,272	-0,010	- 0,021	0,024
132	ARESTA	-44,0792	82,7944	44,282	-0,010	- 0,007	0,012
133	ARESTA	-44,0827	82,7792	47,325	-0,006	0,008	0,010
134	ARESTA	-44,1	82,7808	50,379	0,011	0,006	0,012
135	ARESTA	-44,0892	82,787	53,369	0,000	-	0,000
136	ARESTA	-48,9137	85,0221	14,547			0,000
137	ARESTA	-25,7045	89,8301	7,985	-0,057	0,004	0,057
138	ARESTA	-25,7371	89,8581	10,998	-0,025	- 0,024	0,035
139	ARESTA	-25,7415	89,8506	14,021	-0,020	- 0,017	0,026
140	ARESTA	-25,7455	89,8388	17,056	-0,016	- 0,005	0,017
141	ARESTA	-25,7324	89,8241	20,068	-0,029	0,010	0,031
142	ARESTA	-25,7447	89,8225	23,122	-0,017	0,011	0,020
143	ARESTA	-25,7451	89,823	26,114	-0,017	0,011	0,020
144	ARESTA	-25,7618	89,8337	29,163	0,000	-	0,000
145	A	0,7536	101,415	-0,654			
146	R						
147	ARESTA	-27,134	94,5034	11,025	0,050	0,192	0,199
148	ARESTA	-27,106	94,5626	14,071	0,022	0,133	0,135
149	ARESTA	-27,1328	94,4926	17,125	0,049	0,203	0,209
150	ARESTA	-27,0739	94,6356	20,119	-0,010	0,060	0,061
151	ARESTA	-27,1142	94,5465	23,162	0,030	0,149	0,152
152	ARESTA	-27,1293	94,5395	26,209	0,045	0,156	0,163
153	ARESTA	-27,085	94,6055	29,214	0,001	0,090	0,090
154	ARESTA	-27,0631	94,652	32,222	-0,021	0,044	0,049
155	ARESTA	-27,0678	94,5976	35,29	-0,016	0,098	0,100
156	ARESTA	-27,0764	94,5989	38,331	-0,008	0,097	0,097
157	ARESTA	-27,0258	94,7019	41,708	-0,058	- 0,006	0,059
158	ARESTA	-27,0408	94,6411	44,376	-0,043	0,055	0,070
159	ARESTA	-27,065	94,6157	47,426	-0,019	0,080	0,082
160	ARESTA	-27,0676	94,611	50,459	-0,017	0,085	0,086
161	ARESTA	-27,1253	94,4841	53,566	0,041	0,212	0,216
162	ARESTA	-27,1382	94,4743	56,566	0,054	0,222	0,228
163	ARESTA	-27,1441	94,4837	59,627	0,060	0,212	0,220
164	ARESTA	-27,146	94,5272	62,65	0,062	0,169	0,180
165	ARESTA	-27,1188	94,6195	65,622	0,035	0,076	0,084
166	ARESTA	-27,1011	94,6604	68,607	0,017	0,035	0,039
167	ARESTA	-27,095	94,6763	71,652	0,011	0,020	0,022
168	ARESTA	-27,1282	94,6284	74,697	0,044	0,067	0,080
169	ARESTA	-27,0945	94,6863	77,705	0,010	0,010	0,014
170	ARESTA	-27,1022	94,6651	83,748	0,018	0,031	0,036
171	ARESTA	-27,0842	94,6958	86,797	0,000	-	0,000
172	ARESTA	-29,3747	99,0327	11,004	-0,001	0,002	0,003
173	ARESTA	-29,3745	99,0332	14,026	-0,002	0,002	0,002
174	ARESTA	-29,363	99,0298	17,083	-0,013	0,005	0,014

175	ARESTA	-29,3808	99,029	20,096	0,005	0,006	0,008
176	ARESTA	-29,3762	99,0404	23,118	0,000	- 0,005	0,005
177	ARESTA	-29,3836	99,0227	26,159	0,008	0,012	0,014
178	ARESTA	-29,3772	99,0372	29,178	0,001	- 0,002	0,002
179	ARESTA	-29,3792	99,0336	32,186	0,003	0,001	0,003
180	ARESTA	-29,3793	99,0323	38,238	0,003	0,003	0,004
181	ARESTA	-29,3776	99,0371	41,277	0,002	- 0,002	0,003
182	ARESTA	-29,3807	99,0291	47,346	0,005	0,006	0,007
183	ARESTA	-29,3906	99,0562	50,354	0,014	- 0,021	0,026
184	ARESTA	-29,3873	99,0637	53,382	0,011	- 0,029	0,031
185	ARESTA	-29,3938	99,049	56,402	0,018	- 0,014	0,023
186	ARESTA	-29,3952	99,0769	62,468	0,019	- 0,042	0,046
187	ARESTA	-29,4007	99,0637	65,501	0,025	- 0,029	0,038
188	ARESTA	-29,4042	99,0382	68,552	0,028	- 0,003	0,028
189	ARESTA	-29,4056	99,035	71,598	0,029	-	0,029
190	ARESTA	-29,4058	99,0346	74,638	0,030	0,000	0,030
191	ARESTA	-29,3939	99,0276	77,645	0,018	0,007	0,019
192	ARESTA	-29,3822	99,0213	83,691	0,006	0,014	0,015
193	ARESTA	-29,3761	99,035	86,747	0,000	-	0,000
194	ARESTA	-35,1088	102,9081	17,082	0,004	- 0,035	0,035
195	ARESTA	-35,0979	102,9277	20,097	-0,007	- 0,054	0,055
196	ARESTA	-35,1034	102,9178	23,176	-0,002	- 0,044	0,044
197	ARESTA	-35,1169	102,8874	26,926	0,012	- 0,014	0,018
198	ARESTA	-35,1189	102,8838	29,906	0,014	- 0,010	0,017
199	ARESTA	-35,114	102,8927	32,935	0,009	- 0,019	0,021
200	ARESTA	-35,1258	102,8713	36,001	0,021	0,002	0,021
201	ARESTA	-35,1198	102,8821	39,032	0,015	- 0,008	0,017
202	ARESTA	-35,1171	102,8871	41,292	0,012	- 0,014	0,018
203	ARESTA	-35,1209	102,8802	45,071	0,016	- 0,007	0,017
204	ARESTA	-35,1158	102,8887	48,08	0,011	- 0,015	0,019
205	ARESTA	-35,122	102,8774	51,091	0,017	- 0,004	0,018
206	ARESTA	-35,1308	102,8607	54,15	0,026	0,013	0,029
207	ARESTA	-35,1078	102,9023	57,173	0,003	- 0,029	0,029
208	ARESTA	-35,1165	102,8859	60,223	0,012	- 0,012	0,017
209	ARESTA	-35,1185	102,8823	63,264	0,014	- 0,009	0,016
210	ARESTA	-35,1284	102,8643	66,311	0,023	0,009	0,025
211	ARESTA	-35,1209	102,8778	69,308	0,016	- 0,004	0,017
212	ARESTA	-35,1272	102,8665	72,365	0,022	0,007	0,023
213	ARESTA	-35,1294	102,8625	76,53	0,024	0,011	0,027
214	ARESTA	-35,1279	102,8653	78,404	0,023	0,008	0,024
215	ARESTA	-35,1154	102,8546	81,461	0,011	0,019	0,022
216	ARESTA	-35,1108	102,863	84,506	0,006	0,011	0,012
217	ARESTA	-35,1049	102,8736	87,505	0,000	-	0,000
218	ARESTA	-35,8507	103,922	90,449	0,000	-	0,000
219	ARESTA	-35,8573	103,9105	86,805	0,007	0,011	0,013

220	ARESTA	-35,8607	103,9045	84,487	0,010	0,017	0,020
221	ARESTA	-35,8592	103,9071	81,436	0,008	0,015	0,017
222	ARESTA	-35,8574	103,9103	77,922	0,007	0,012	0,013
223	ARESTA	-35,8465	103,9285	17,84	-0,005	- 0,012	0,012
224	ARESTA	-35,8431	103,9352	20,865	-0,008	- 0,018	0,020
225	ARESTA	-35,8543	103,9566	23,85	0,003	- 0,040	0,040
226	ARESTA	-35,8931	103,8903	26,931	0,042	0,027	0,050
227	ARESTA	-35,8678	103,9337	29,922	0,017	- 0,017	0,024
228	ARESTA	-35,8928	103,8901	32,968	0,042	0,027	0,050
229	ARESTA	-35,8516	103,9059	35,999	0,000	0,011	0,011
230	ARESTA	-35,8386	103,9285	39,017	-0,013	- 0,012	0,017
231	ARESTA	-35,8473	103,9133	42,051	-0,004	0,004	0,005
232	ARESTA	-35,8399	103,9263	45,082	-0,011	- 0,009	0,015
233	ARESTA	-35,8441	103,9188	48,066	-0,007	- 0,002	0,007
234	ARESTA	-35,8465	103,9249	51,157	-0,005	- 0,008	0,009
235	ARESTA	-35,8411	103,9343	54,575	-0,010	- 0,017	0,020
236	ARESTA	-35,8516	103,916	57,205	0,000	0,001	0,001
237	ARESTA	-35,8492	103,9203	60,223	-0,002	- 0,003	0,004
238	ARESTA	-35,8504	103,918	63,237	-0,001	- 0,001	0,001
239	ARESTA	-35,8523	103,9147	66,261	0,001	0,002	0,003
240	ARESTA	-35,8525	103,9145	69,289	0,001	0,002	0,003
241	ARESTA	-35,8511	103,9169	71,722	0,000	-	0,000
242	ARESTA	-37,9294	102,4934	17,836	0,013	- 0,020	0,024
243	ARESTA	-37,9239	102,5028	20,845	0,008	- 0,030	0,031
244	ARESTA	-37,9207	102,5081	23,857	0,004	- 0,035	0,035
245	ARESTA	-37,9199	102,5094	23,862	0,004	- 0,036	0,037
246	ARESTA	-37,8999	102,5212	26,879	-0,016	- 0,048	0,051
247	ARESTA	-37,9098	102,5044	29,934	-0,007	- 0,031	0,032
248	ARESTA	-37,9224	102,4832	32,938	0,006	- 0,010	0,012
249	ARESTA	-37,9198	102,4869	35,982	0,004	- 0,014	0,014
250	ARESTA	-37,9042	102,5059	39,003	-0,012	- 0,033	0,035
251	ARESTA	-37,9106	102,495	42,013	-0,006	- 0,022	0,023
252	ARESTA	-37,8948	102,4888	45,052	-0,022	- 0,016	0,027
253	ARESTA	-37,8946	102,4891	48,096	-0,022	- 0,016	0,027
254	ARESTA	-37,9191	102,5285	51,096	0,003	- 0,055	0,056
255	ARESTA	-37,9138	102,4853	54,161	-0,002	- 0,012	0,013
256	ARESTA	-37,9266	102,4988	60,175	0,010	- 0,026	0,028
257	ARESTA	-37,913	102,5049	63,231	-0,003	- 0,032	0,032
258	ARESTA	-37,9012	102,4816	66,264	-0,015	- 0,009	0,017
259	ARESTA	-37,9141	102,487	69,309	-0,002	- 0,014	0,014
260	ARESTA	-37,916	102,4837	72,312	0,000	- 0,011	0,011
261	ARESTA	-37,9126	102,4784	84,468	-0,004	- 0,005	0,007
262	ARESTA	-37,9163	102,473	87,468	0,000	-	0,000
263	ARESTA	-38,9607	103,9245	17,83	0,049	- 0,035	0,060
264	ARESTA	-38,9323	103,9357	20,828	0,020	- 0,046	0,050

265	ARESTA	-38,9271	103,9441	23,862	0,015	- 0,055	0,057
266	ARESTA	-38,9312	103,9439	26,909	0,019	- 0,054	0,058
267	ARESTA	-38,9046	103,9271	29,934	-0,008	- 0,038	0,038
268	ARESTA	-38,918	103,9055	32,963	0,006	- 0,016	0,017
269	ARESTA	-38,8973	103,9381	35,962	-0,015	- 0,049	0,051
270	ARESTA	-38,9047	103,9269	38,998	-0,008	- 0,037	0,038
271	ARESTA	-38,9083	103,921	45,033	-0,004	- 0,032	0,032
272	ARESTA	-38,899	103,9354	48,065	-0,013	- 0,046	0,048
273	ARESTA	-38,9267	103,9335	51,081	0,014	- 0,044	0,046
274	ARESTA	-38,9355	103,9187	54,118	0,023	- 0,029	0,037
275	ARESTA	-38,9114	103,9154	57,152	-0,001	- 0,026	0,026
276	ARESTA	-38,9199	103,9248	60,208	0,008	- 0,035	0,036
277	ARESTA	-38,9112	103,9389	63,251	-0,001	- 0,049	0,049
278	ARESTA	-38,9143	103,9149	66,274	0,002	- 0,025	0,025
279	ARESTA	-38,921	103,9126	69,3	0,009	- 0,023	0,025
280	ARESTA	-38,9409	103,9171	72,329	0,029	- 0,028	0,040
281	ARESTA	-38,9417	103,9158	75,369	0,029	- 0,026	0,040
282	ARESTA	-38,9068	103,8807	81,477	-0,005	0,009	0,010
283	ARESTA	-38,9122	103,8895	84,455	0,000	-	0,000
284	ARESTA	-40,2143	103,0487	17,842	-0,026	- 0,023	0,035
285	ARESTA	-40,2174	103,0614	20,869	-0,023	- 0,036	0,043
286	ARESTA	-40,2059	103,0604	23,867	-0,035	- 0,035	0,049
287	ARESTA	-40,2139	103,0478	26,928	-0,027	- 0,022	0,035
288	ARESTA	-40,1945	103,0637	29,923	-0,046	- 0,038	0,060
289	ARESTA	-40,2181	103,0505	35,985	-0,023	- 0,025	0,034
290	ARESTA	-40,2079	103,0666	38,975	-0,033	- 0,041	0,052
291	ARESTA	-40,2146	103,0559	42,048	-0,026	- 0,030	0,040
292	ARESTA	-40,1831	103,081	45,049	-0,058	- 0,055	0,080
293	ARESTA	-40,2088	103,0581	48,116	-0,032	- 0,032	0,046
294	ARESTA	-40,2168	103,0623	51,101	-0,024	- 0,037	0,044
295	ARESTA	-40,2094	103,0331	54,152	-0,031	- 0,007	0,032
296	ARESTA	-40,1918	103,0419	57,18	-0,049	- 0,016	0,052
297	ARESTA	-40,1924	103,0692	63,223	-0,048	- 0,043	0,065
298	ARESTA	-40,2129	103,0367	69,293	-0,028	- 0,011	0,030
299	ARESTA	-40,2408	103,0257	72,318	0,000	-	0,000
300	ARESTA	-40,996	104,2123	17,84	-0,059	- 0,079	0,098
301	ARESTA	-41,0047	104,2066	20,856	-0,050	- 0,073	0,089
302	ARESTA	-41,0223	104,1791	23,883	-0,033	- 0,046	0,056
303	ARESTA	-41,018	104,1863	26,872	-0,037	- 0,053	0,065
304	ARESTA	-41,015	104,1635	29,941	-0,040	- 0,030	0,050
305	ARESTA	-41,0034	104,1813	35,996	-0,052	- 0,048	0,070
306	ARESTA	-41,0147	104,1783	39,024	-0,041	- 0,045	0,060
307	ARESTA	-41,0079	104,1887	42,022	-0,047	- 0,055	0,073
308	ARESTA	-41,0107	104,185	48,085	-0,044	- 0,051	0,068
309	ARESTA	-41,0193	104,1727	51,109	-0,036	- 0,039	0,053

310	ARESTA	-41,021	104,1694	54,153	-0,034	- 0,036	0,050
311	ARESTA	-41,0094	104,187	57,174	-0,046	- 0,053	0,070
312	ARESTA	-41,0079	104,1894	60,234	-0,047	- 0,056	0,073
313	ARESTA	-41,0131	104,1965	63,251	-0,042	- 0,063	0,076
314	ARESTA	-41,0289	104,1724	66,301	-0,026	- 0,039	0,047
315	ARESTA	-41,031	104,1719	69,336	-0,024	- 0,038	0,045
316	ARESTA	-41,035	104,1658	72,368	-0,020	- 0,032	0,038
317	ARESTA	-41,0242	104,1824	75,348	-0,031	- 0,049	0,058
318	ARESTA	-41,067	104,117	78,412	0,012	0,017	0,020
319	ARESTA	-41,0552	104,1336	80,87	0,000	-	0,000
320	ARESTA	-42,3332	103,3305	17,834	-0,016	- 0,017	0,023
321	ARESTA	-42,3515	103,3768	20,85	0,003	- 0,063	0,063
322	ARESTA	-42,3497	103,3492	23,827	0,001	- 0,035	0,036
323	ARESTA	-42,3287	103,3517	26,884	-0,020	- 0,038	0,043
324	ARESTA	-42,3149	103,3587	29,941	-0,034	- 0,045	0,056
325	ARESTA	-42,3308	103,3348	32,961	-0,018	- 0,021	0,028
326	ARESTA	-42,333	103,3316	36,014	-0,016	- 0,018	0,024
327	ARESTA	-42,3351	103,3277	42,065	-0,014	- 0,014	0,020
328	ARESTA	-42,3193	103,3404	45,04	-0,030	- 0,027	0,040
329	ARESTA	-42,3164	103,3049	48,047	-0,033	0,009	0,034
330	ARESTA	-42,3095	103,3152	54,133	-0,039	- 0,002	0,040
331	ARESTA	-42,31	103,3144	57,16	-0,039	- 0,001	0,039
332	ARESTA	-42,32	103,3201	59,697	-0,029	- 0,006	0,030
333	ARESTA	-42,3042	103,3438	65,614	-0,045	- 0,030	0,054
334	ARESTA	-42,3343	103,3357	69,304	-0,015	- 0,022	0,026
335	ARESTA	-42,3413	103,3253	72,36	-0,008	- 0,012	0,014
336	ARESTA	-42,3399	103,3273	75,408	-0,009	- 0,014	0,016
337	ARESTA	-42,3484	103,3146	78,42	-0,001	- 0,001	0,001
338	ARESTA	-42,3311	103,3406	81,436	-0,018	- 0,027	0,032
339	ARESTA	-42,349	103,3137	84,285	0,000	-	0,000
340	ARESTA	-43,7723	105,4176	17,82	0,002	- 0,037	0,037
341	ARESTA	-43,7563	105,4284	20,808	-0,014	- 0,047	0,049
342	ARESTA	-43,7816	105,4267	23,877	0,011	- 0,046	0,047
343	ARESTA	-43,801	105,3994	26,886	0,031	- 0,018	0,036
344	ARESTA	-43,8097	105,3872	29,898	0,040	- 0,006	0,040
345	ARESTA	-43,8274	105,3943	32,976	0,057	- 0,013	0,059
346	ARESTA	-43,7971	105,4564	39,007	0,027	- 0,075	0,080
347	ARESTA	-43,78	105,4316	42,042	0,010	- 0,051	0,052
348	ARESTA	-43,7969	105,3707	45,056	0,027	0,010	0,029
349	ARESTA	-43,774	105,3925	48,096	0,004	- 0,011	0,012
350	ARESTA	-43,8067	105,4012	51,138	0,037	- 0,020	0,042
351	ARESTA	-43,7868	105,3894	54,17	0,017	- 0,008	0,019
352	ARESTA	-43,789	105,3974	57,199	0,019	- 0,016	0,025
353	ARESTA	-43,7915	105,4193	60,242	0,021	- 0,038	0,044
354	ARESTA	-43,8106	105,4107	63,308	0,041	- 0,030	0,050

355	ARESTA	-43,7972	105,419	69,301	0,027	- 0,038	0,047
356	ARESTA	-43,8003	105,3867	72,395	0,030	- 0,006	0,031
357	ARESTA	-43,7956	105,4116	75,389	0,026	- 0,031	0,040
358	ARESTA	-43,8102	105,3904	81,455	0,040	- 0,009	0,041
359	ARESTA	-43,7701	105,381	84,482	0,000	-	0,000
360	ARESTA	-44,9083	104,6394	17,828	-0,007	- 0,018	0,019
361	ARESTA	-44,9206	104,6434	20,854	0,005	- 0,022	0,023
362	ARESTA	-44,9419	104,6585	26,906	0,026	- 0,037	0,045
363	ARESTA	-44,9381	104,6257	29,933	0,023	- 0,004	0,023
364	ARESTA	-44,9408	104,6416	32,935	0,025	- 0,020	0,032
365	ARESTA	-44,9176	104,6593	35,976	0,002	- 0,038	0,038
366	ARESTA	-44,9522	104,6711	39,056	0,037	- 0,050	0,062
367	ARESTA	-44,9235	104,6616	42,059	0,008	- 0,040	0,041
368	ARESTA	-44,9111	104,6165	45,08	-0,005	0,005	0,007
369	ARESTA	-44,9312	104,6181	48,106	0,016	0,003	0,016
370	ARESTA	-44,9379	104,6417	51,115	0,022	- 0,020	0,030
371	ARESTA	-44,9309	104,6434	57,155	0,015	- 0,022	0,027
372	ARESTA	-44,9094	104,6734	60,224	-0,006	- 0,052	0,052
373	ARESTA	-44,9582	104,668	63,27	0,043	- 0,047	0,063
374	ARESTA	-44,9326	104,6365	66,291	0,017	- 0,015	0,023
375	ARESTA	-44,9754	104,6671	69,322	0,060	- 0,046	0,075
376	ARESTA	-44,946	104,6494	72,359	0,030	- 0,028	0,041
377	ARESTA	-44,9309	104,6481	75,349	0,015	- 0,027	0,031
378	ARESTA	-44,9438	104,6716	78,41	0,028	- 0,050	0,058
379	ARESTA	-44,9524	104,6243	81,43	0,037	- 0,003	0,037
380	ARESTA	-44,9156	104,6214	84,498	0,000	-	0,000
381	ARESTA	-45,7044	105,7183	17,821	0,018	- 0,041	0,045
382	ARESTA	-45,7028	105,7204	23,871	0,016	- 0,043	0,046
383	ARESTA	-45,715	105,7041	26,917	0,028	- 0,027	0,039
384	ARESTA	-45,7179	105,7002	29,926	0,031	- 0,023	0,039
385	ARESTA	-45,6929	105,7477	32,987	0,006	- 0,070	0,071
386	ARESTA	-45,7105	105,7293	39,057	0,024	- 0,052	0,057
387	ARESTA	-45,7302	105,6767	42,079	0,043	0,001	0,043
388	ARESTA	-45,7109	105,7025	45,095	0,024	- 0,025	0,035
389	ARESTA	-45,7081	105,705	48,132	0,021	- 0,028	0,035
390	ARESTA	-45,7055	105,729	51,138	0,019	- 0,052	0,055
391	ARESTA	-45,7132	105,7161	54,203	0,026	- 0,039	0,047
392	ARESTA	-45,7139	105,7151	57,21	0,027	- 0,038	0,046
393	ARESTA	-45,7071	105,7607	60,239	0,020	- 0,083	0,086
394	ARESTA	-45,7092	105,7578	63,249	0,022	- 0,080	0,083
395	ARESTA	-45,7115	105,7331	66,309	0,025	- 0,056	0,061
396	ARESTA	-45,6826	105,7717	72,32	-0,004	- 0,094	0,094
397	ARESTA	-45,713	105,7176	75,388	0,026	- 0,040	0,048
398	ARESTA	-45,729	105,6968	81,5	0,042	- 0,019	0,046
399	ARESTA	-45,6868	105,6774	84,537	0,000	-	0,000

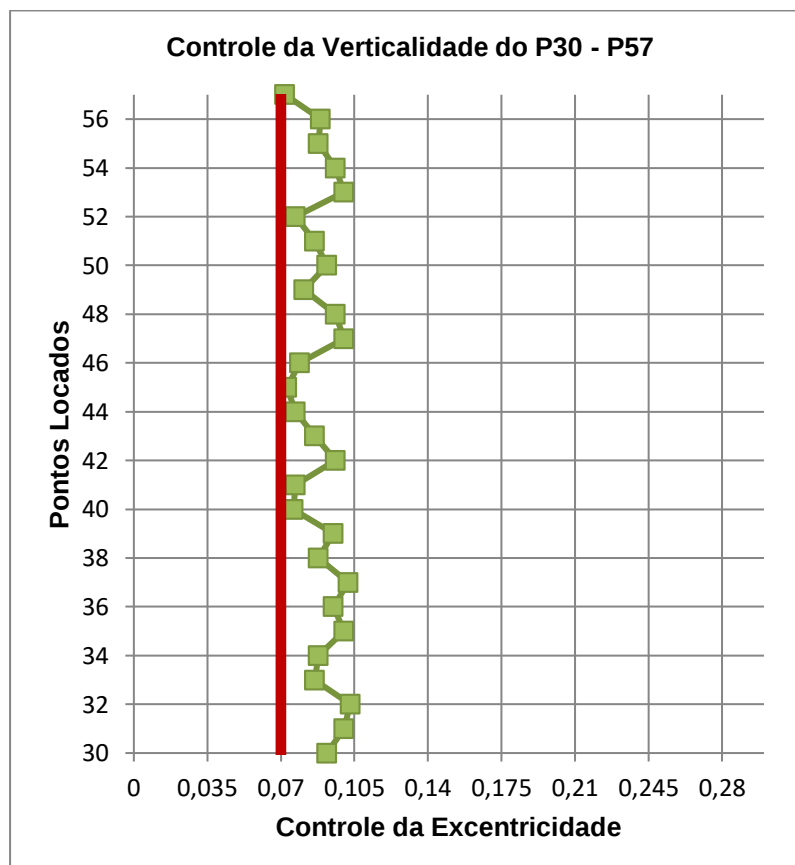
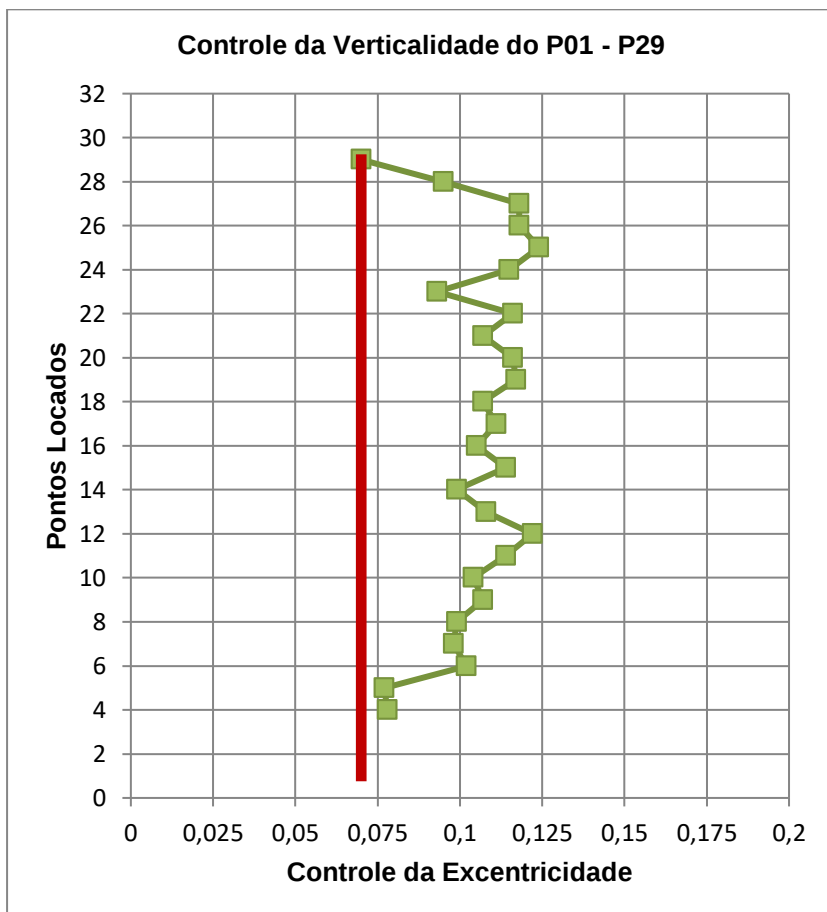
400	ARESTA	-48,5107	103,7998	23,87	0,038	- 0,008	0,038
401	ARESTA	-48,5015	103,8347	17,844	0,028	- 0,043	0,051
402	ARESTA	-48,49	103,8281	20,867	0,017	- 0,036	0,040
403	ARESTA	-48,5188	103,8062	26,897	0,046	- 0,014	0,048
404	ARESTA	-48,5049	103,8231	29,996	0,032	- 0,031	0,045
405	ARESTA	-48,5185	103,8406	32,962	0,045	- 0,049	0,067
406	ARESTA	-48,5331	103,8032	35,988	0,060	- 0,011	0,061
407	ARESTA	-48,4822	103,8101	42,113	0,009	- 0,018	0,020
408	ARESTA	-48,4882	103,8023	45,103	0,015	- 0,010	0,018
409	ARESTA	-48,5047	103,8037	48,13	0,032	- 0,012	0,034
410	ARESTA	-48,4901	103,796	51,193	0,017	- 0,004	0,017
411	ARESTA	-48,4929	103,7922	54,211	0,020	- 0,000	0,020
412	ARESTA	-48,4798	103,8094	57,209	0,007	- 0,017	0,019
413	ARESTA	-48,4921	103,8313	60,259	0,019	- 0,039	0,044
414	ARESTA	-48,4792	103,848	63,293	0,006	- 0,056	0,056
415	ARESTA	-48,5031	103,8168	66,323	0,030	- 0,025	0,039
416	ARESTA	-48,521	103,8223	69,346	0,048	- 0,030	0,057
417	ARESTA	-48,4904	103,8203	75,418	0,017	- 0,028	0,033
418	ARESTA	-48,5783	103,7201	78,096	0,105	0,072	0,127
419	ARESTA	-48,4731	103,7919	84,483	0,000	-	0,000
420							
421	R						
422							
423	V	-29,4917	107,7907	-0,572			
424							
425	R						
426	V	-104,243	99,7797	-0,3			
427							
428	R						
429							
430	ARESTA	-45,6826	105,7223	-3,577		-	
431	ARESTA	-45,7533	105,698	-0,554			
432	ARESTA	-45,767	105,7098	2,57	0,040	0,064	0,075
433	ARESTA	-45,7426	105,7183	11,813	0,016	0,055	0,058
434	ARESTA	-45,7146	105,7317	14,859	-0,012	0,042	0,044
435	ARESTA	-45,7506	105,7518	17,863	0,024	0,022	0,032
436	ARESTA	-45,8137	105,7388	20,877	0,087	0,035	0,094
437	ARESTA	-45,7425	105,736	23,93	0,016	0,038	0,041
438	ARESTA	-45,7374	105,7314	26,974	0,011	0,042	0,044
439	ARESTA	-45,7404	105,7208	29,996	0,014	0,053	0,055
440	ARESTA	-45,7333	105,7459	32,975	0,006	0,028	0,029
441	ARESTA	-45,7222	105,7249	35,994	-0,005	0,049	0,049
442	ARESTA	-45,7514	105,7549	39,02	0,024	0,019	0,031
443	ARESTA	-45,739	105,6994	42,033	0,012	0,074	0,075
444	ARESTA	-45,7124	105,7165	45,096	-0,014	0,057	0,059

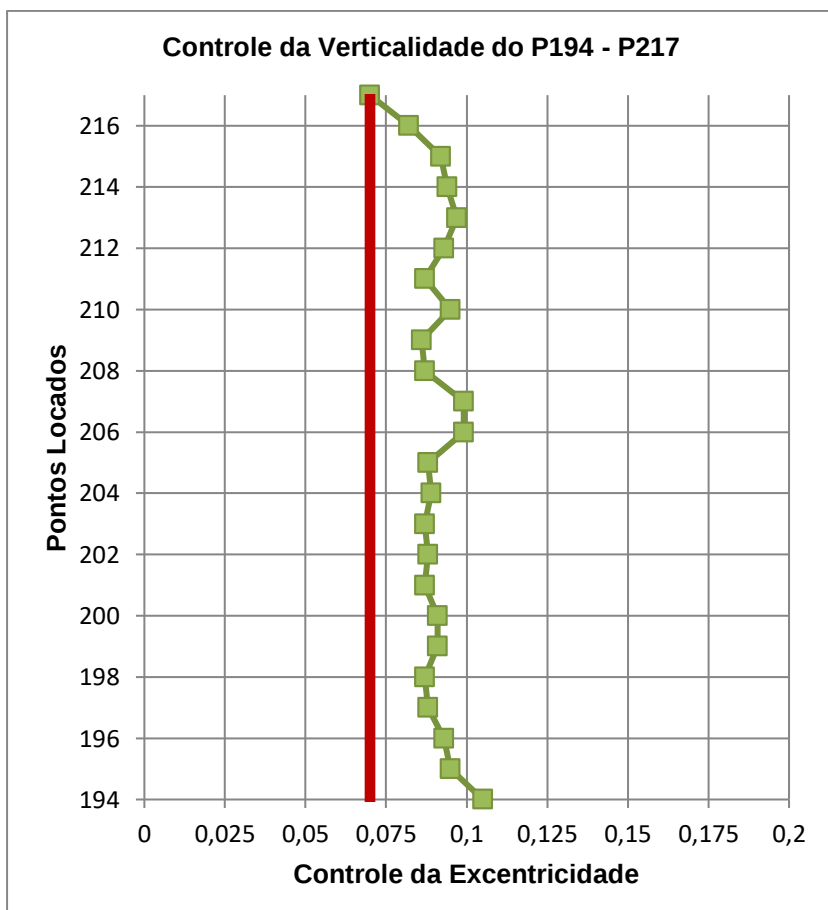
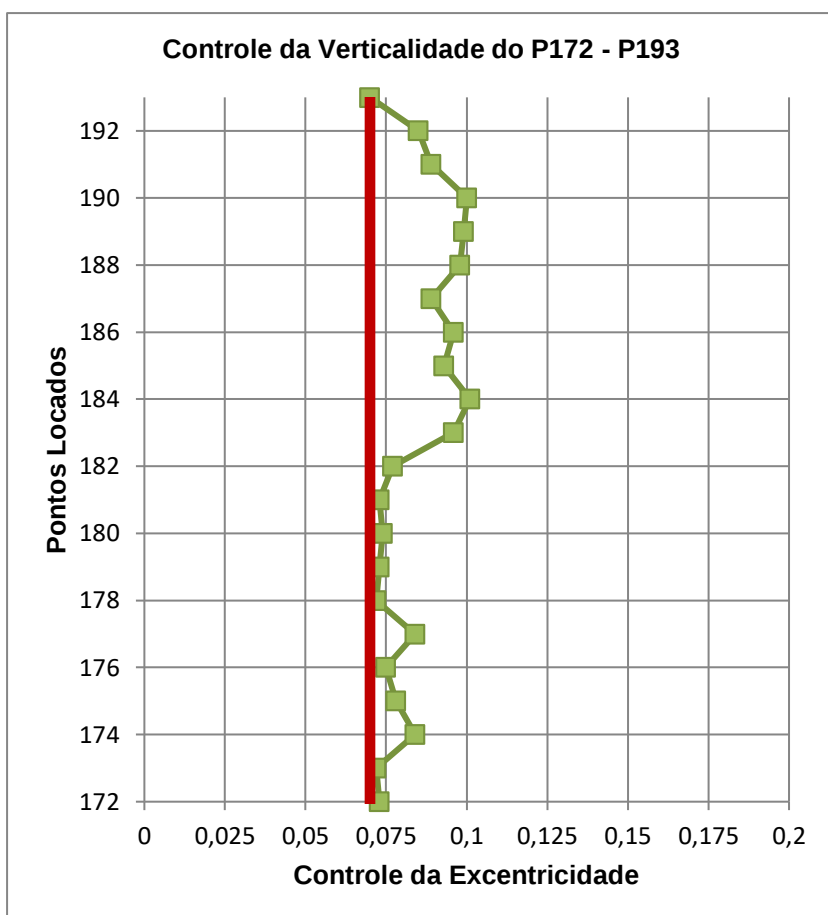
445	ARESTA	-45,7261	105,7242	48,101	-0,001	0,050	0,050
446	ARESTA	-45,749	105,7219	51,131	0,022	0,052	0,056
447	ARESTA	-45,6975	105,7283	54,172	-0,029	0,045	0,054
448	ARESTA	-45,7269	105,7333	57,209	0,000	0,040	0,040
449	ARESTA	-45,7154	105,7778	60,176	-0,011	- 0,004	0,012
450	ARESTA	-45,7557	105,7742	63,236	0,029	- 0,000	0,029
451	ARESTA	-45,7502	105,7461	66,31	0,023	0,028	0,036
452	ARESTA	-45,7339	105,7684	69,269	0,007	0,005	0,009
453	ARESTA	-45,7269	105,7737	72,354	0,000	-	0,000
454	ARESTA	-45,5161	99,4355	-0,632			
455	ARESTA	-45,5224	99,4355	2,442	0,010	- 0,039	0,040
456	ARESTA	-45,5187	99,4284	5,717	0,006	- 0,032	0,032
457	ARESTA	-45,4986	99,4282	8,756	-0,014	- 0,032	0,034
458	ARESTA	-45,5064	99,4163	11,774	-0,006	- 0,020	0,020
459	ARESTA	-45,5407	99,4165	14,79	0,028	- 0,020	0,035
460	ARESTA	-45,5415	99,4168	17,862	0,029	- 0,020	0,035
461	ARESTA	-45,5167	99,4167	20,861	0,004	- 0,020	0,020
462	ARESTA	-45,5056	99,4166	23,876	-0,007	- 0,020	0,021
463	ARESTA	-45,542	99,4342	26,916	0,030	- 0,038	0,048
464	ARESTA	-45,524	99,4344	29,918	0,012	- 0,038	0,039
465	ARESTA	-45,5358	99,4345	32,978	0,023	- 0,038	0,045
466	ARESTA	-45,5526	99,4345	35,977	0,040	- 0,038	0,055
467	ARESTA	-45,5278	99,421	39,031	0,015	- 0,024	0,029
468	ARESTA	-45,5236	99,4159	42,061	0,011	- 0,019	0,022
469	ARESTA	-45,5159	99,3819	45,065	0,004	0,015	0,015
470	ARESTA	-45,5259	99,3968	48,128	0,014	- 0,000	0,014
471	ARESTA	-45,5268	99,3968	51,098	0,014	- 0,000	0,015
472	ARESTA	-45,5349	99,3969	54,129	0,023	- 0,000	0,023
473	ARESTA	-45,5108	99,3967	57,181	-0,002	-	0,002
474	ARESTA	-45,5284	99,3968	60,221	0,016	- 0,000	0,016
475	ARESTA	-45,5144	99,3967	63,322	0,002	-	0,002
476	ARESTA	-45,5354	99,3969	66,253	0,023	- 0,000	0,023
477	ARESTA	-45,5311	99,3968	69,264	0,019	- 0,000	0,019
478	ARESTA	-45,5419	99,3969	72,078	0,030	- 0,000	0,030
479	ARESTA	-45,5215	99,3968	75,446	0,009	- 0,000	0,009
480	ARESTA	-45,5123	99,3967	78,318	0,000	-	0,000
481	ARESTA	-52,2428	94,6986	5,638	-0,033	0,026	0,042
482	ARESTA	-52,2357	94,716	8,694	-0,040	0,009	0,041
483	ARESTA	-52,1664	94,6965	11,817	-0,109	0,028	0,113
484	ARESTA	-52,2555	94,699	14,806	-0,020	0,026	0,033
485	ARESTA	-52,2547	94,699	17,859	-0,021	0,026	0,033
486	ARESTA	-52,2956	94,703	20,853	0,020	0,022	0,030
487	ARESTA	-52,1844	94,7206	23,932	-0,091	0,004	0,091
488	ARESTA	-52,2589	94,6867	26,897	-0,017	0,038	0,042
489	ARESTA	-52,23	94,7037	29,952	-0,046	0,021	0,050

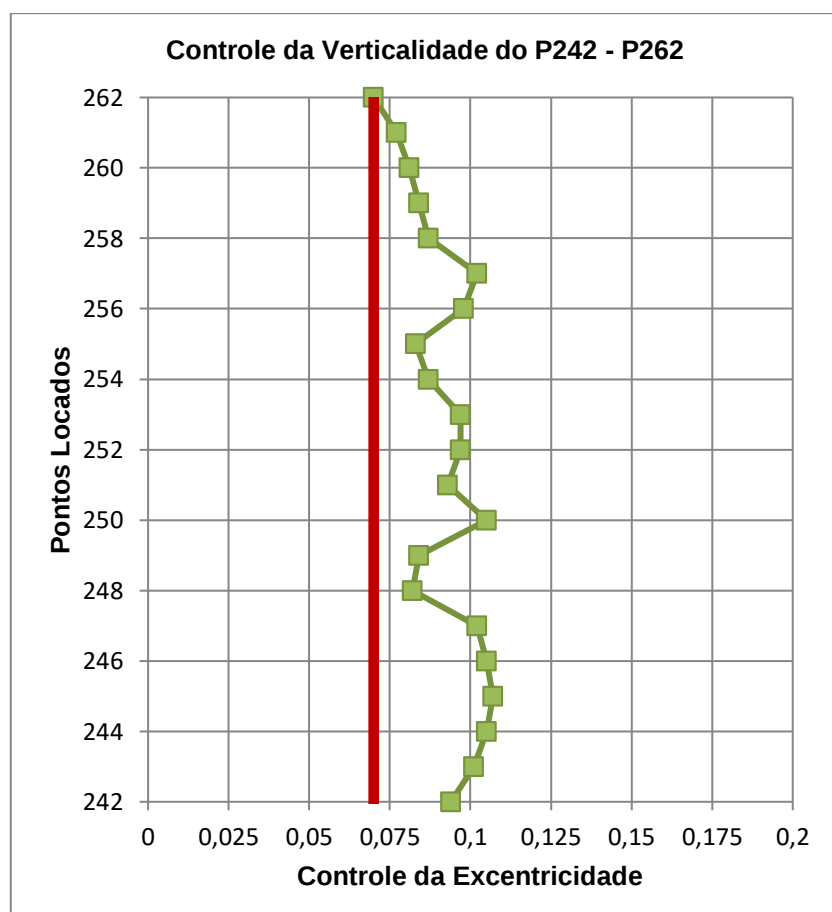
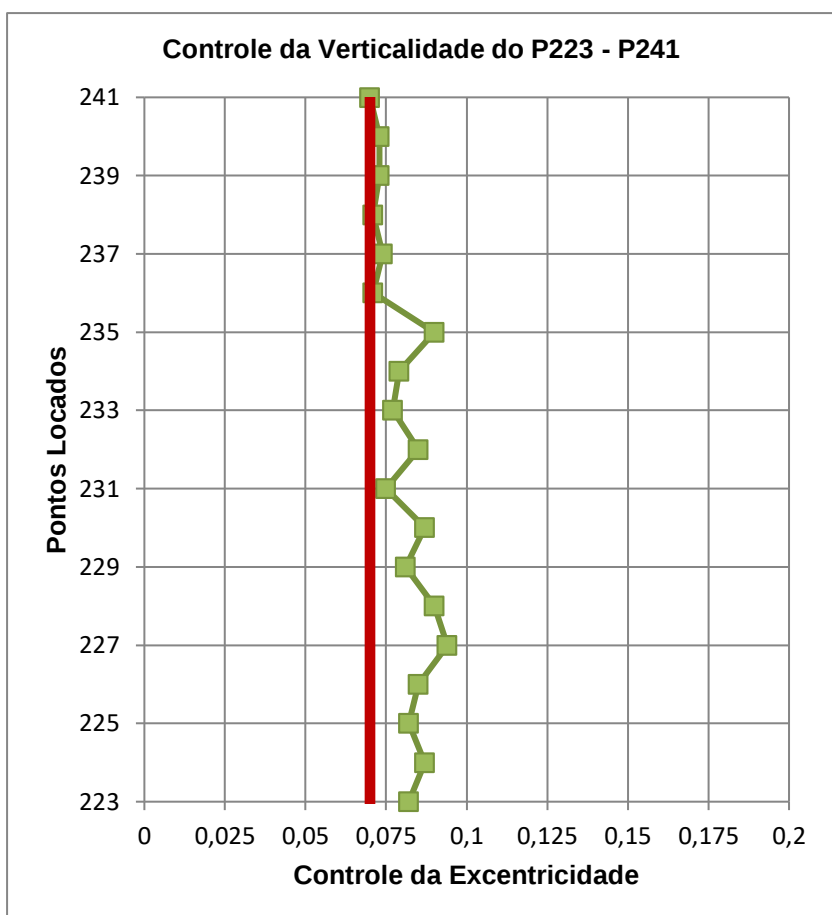
490	ARESTA	-52,2577	94,7064	32,898	-0,018	0,018	0,026
491	ARESTA	-52,2989	94,7206	35,844	0,023	0,004	0,024
492	ARESTA	-52,1906	94,71	39,081	-0,085	0,015	0,086
493	ARESTA	-52,2046	94,7185	42,094	-0,071	0,006	0,071
494	ARESTA	-52,2331	94,7241	45,073	-0,042	0,001	0,043
495	ARESTA	-52,3091	94,7139	48,066	0,034	0,011	0,035
496	ARESTA	-52,2426	94,7041	51,084	-0,033	0,021	0,039
497	ARESTA	-52,134	94,7139	54,229	-0,142	0,011	0,142
498	ARESTA	-52,2254	94,7429	57,153	-0,050	- 0,018	0,053
499	ARESTA	-52,1274	94,7192	60,341	-0,148	0,005	0,148
500	ARESTA	-52,2763	94,7334	63,163	0,001	- 0,009	0,009
501	ARESTA	-52,1952	94,7306	66,308	-0,080	- 0,006	0,081
502	ARESTA	-52,2756	94,7247	69,258	0,000	-	0,000
503	ARESTA	-49,0524	89,5817	5,687	0,186	0,189	0,265
504	ARESTA	-48,8465	89,7301	8,729	-0,020	0,041	0,045
505	ARESTA	-48,8196	89,755	5,719	-0,047	0,016	0,050
506	ARESTA	-48,8553	89,7451	11,76	-0,011	0,026	0,028
507	ARESTA	-48,8625	89,7442	14,763	-0,004	0,026	0,027
508	ARESTA	-48,8882	89,7488	17,81	0,022	0,022	0,031
509	ARESTA	-48,8886	89,7489	20,836	0,022	0,022	0,031
510	ARESTA	-48,867	89,745	23,876	0,000	0,026	0,026
511	ARESTA	-48,8531	89,7449	26,871	-0,014	0,026	0,029
512	ARESTA	-48,8585	89,7315	29,906	-0,008	0,039	0,040
513	ARESTA	-48,8794	89,7353	32,947	0,013	0,035	0,038
514	ARESTA	-48,8679	89,7485	35,967	0,001	0,022	0,022
515	ARESTA	-48,8371	89,7662	38,985	-0,029	0,005	0,030
516	ARESTA	-48,8681	89,7718	42	0,002	- 0,001	0,002
517	ARESTA	-48,878	89,7384	45,023	0,011	0,032	0,034
518	ARESTA	-48,8457	89,7705	48,06	-0,021	0,000	0,021
519	ARESTA	-48,8559	89,7557	51,104	-0,011	0,015	0,018
520	ARESTA	-48,8706	89,7584	54,103	0,004	0,012	0,013
521	ARESTA	-48,8429	89,7533	57,129	-0,024	0,017	0,029
522	ARESTA	-48,8755	89,7726	60,167	0,009	- 0,002	0,009
523	ARESTA	-48,8602	89,7665	63,221	-0,006	0,004	0,008
524	ARESTA	-48,8666	89,7707	66,219	0,000	-	0,000
525	ARESTA	-50,4034	88,676	-3,601			
526	ARESTA	-50,3889	88,6686	-0,546			
527	ARESTA	-50,3791	88,6868	2,513	-0,001	0,004	0,004
528	ARESTA	-50,3317	88,677	5,746	-0,048	0,013	0,050
529	ARESTA	-50,3834	88,6877	8,757	0,004	0,003	0,005
530	ARESTA	-50,3764	88,6862	11,777	-0,003	0,004	0,005
531	ARESTA	-50,3879	88,6886	14,812	0,008	0,002	0,008
532	ARESTA	-50,4049	88,6973	17,832	0,025	- 0,007	0,026
533	ARESTA	-50,3979	88,701	20,864	0,018	- 0,011	0,021
534	ARESTA	-50,3794	88,6972	23,902	0,000	- 0,007	0,007

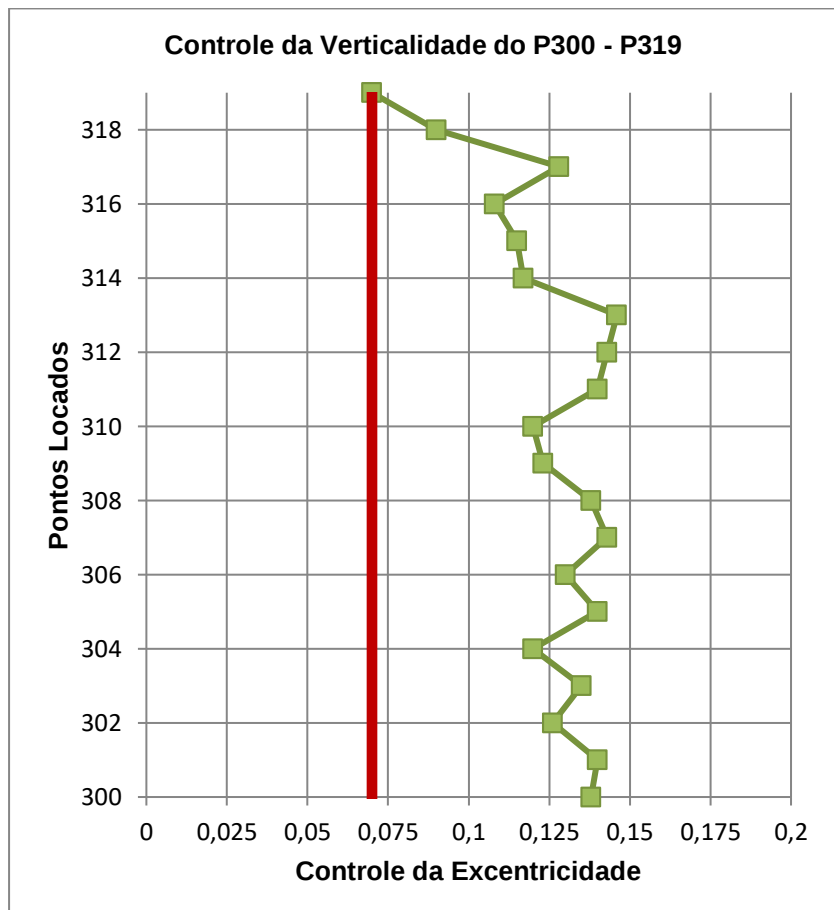
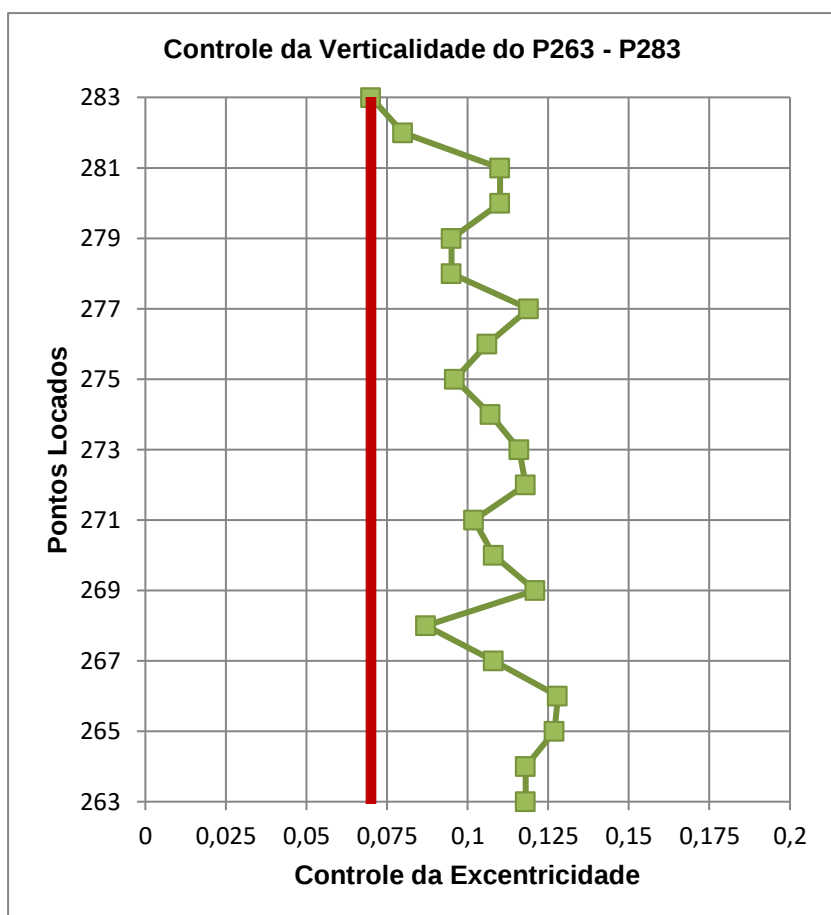
535	ARESTA	-50,3777	88,6968	26,911	-0,002	- 0,006	0,007
536	ARESTA	-50,3823	88,685	29,929	0,003	0,005	0,006
537	ARESTA	-50,3871	88,6849	32,948	0,007	0,005	0,009
538	ARESTA	-50,3906	88,6856	35,993	0,011	0,005	0,012
539	ARESTA	-50,3913	88,6912	39,038	0,012	- 0,001	0,012
540	ARESTA	-50,3924	88,6914	42,032	0,013	- 0,001	0,013
541	ARESTA	-50,3848	88,6898	45,075	0,005	0,001	0,005
542	ARESTA	-50,3671	88,6862	48,081	-0,013	0,004	0,013
543	ARESTA	-50,3947	88,6919	51,123	0,015	- 0,002	0,015
544	ARESTA	-50,3762	88,684	54,134	-0,004	0,006	0,007
545	ARESTA	-50,3493	88,6784	57,168	-0,030	0,012	0,033
546	ARESTA	-50,3773	88,6902	60,194	-0,002	0,000	0,002
547	ARESTA	-50,3843	88,6906	63,29	0,005	- 0,000	0,005
548	ARESTA	-50,3727	88,6882	66,346	-0,007	0,002	0,007
549	ARESTA	-50,3828	88,6911	68,225	0,003	- 0,001	0,003
550	ARESTA	-50,3893	88,6924	69,331	0,010	- 0,002	0,010
551	ARESTA	-50,3837	88,6913	70,673	0,004	- 0,001	0,004
552	ARESTA	-50,3817	88,6908	71,895	0,002	- 0,000	0,002
553	ARESTA	-50,3797	88,6904	73,946	0,000	-	0,000
554	ARESTA	-50,6182	87,4976	-3,593			
555	ARESTA	-50,6143	87,4918	-0,552			
556	ARESTA	-50,6028	87,5094	2,484	-0,033	0,017	0,037
558	ARESTA	-50,5446	87,4961	5,723	-0,091	0,030	0,096
559	ARESTA	-50,5865	87,5016	8,739	-0,049	0,025	0,055
560	ARESTA	-50,6408	87,514	11,774	0,005	0,012	0,013
561	ARESTA	-50,5986	87,5183	14,808	-0,037	0,008	0,038
562	ARESTA	-50,6044	87,5298	17,832	-0,031	- 0,004	0,031
563	ARESTA	-50,6018	87,5292	20,847	-0,034	- 0,003	0,034
564	ARESTA	-50,6162	87,5349	23,867	-0,019	- 0,009	0,021
565	ARESTA	-50,5916	87,5211	26,919	-0,044	0,005	0,044
566	ARESTA	-50,6115	87,5251	29,951	-0,024	0,001	0,024
567	ARESTA	-50,6149	87,5207	32,965	-0,021	0,005	0,021
568	ARESTA	-50,6048	87,5187	35,989	-0,031	0,008	0,032
569	ARESTA	-50,6181	87,5217	39,018	-0,017	0,005	0,018
570	ARESTA	-50,5991	87,5173	42,036	-0,036	0,009	0,038
571	ARESTA	-50,6088	87,5196	45,071	-0,027	0,007	0,028
572	ARESTA	-50,5815	87,5136	48,066	-0,054	0,013	0,056
573	ARESTA	-50,6187	87,5218	51,15	-0,017	0,004	0,017
574	ARESTA	-50,5951	87,5167	54,285	-0,040	0,010	0,042
575	ARESTA	-50,5952	87,5167	57,204	-0,040	0,010	0,042
576	ARESTA	-50,5854	87,5145	60,233	-0,050	0,012	0,052
577	ARESTA	-50,6378	87,5265	62,668	0,002	- 0,000	0,002
578	ARESTA	-50,5986	87,5178	66,323	-0,037	0,008	0,038
579	ARESTA	-50,6251	87,5238	69,457	-0,010	0,002	0,011
580	ARESTA	-50,6356	87,5262	72,323	0,000	-	0,000

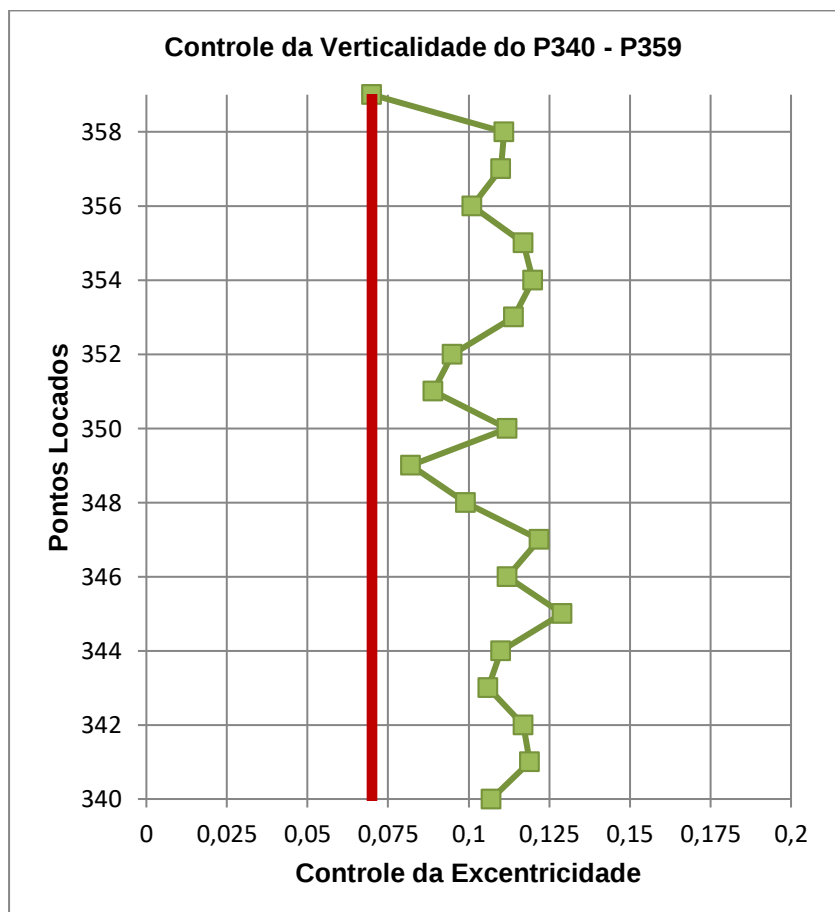
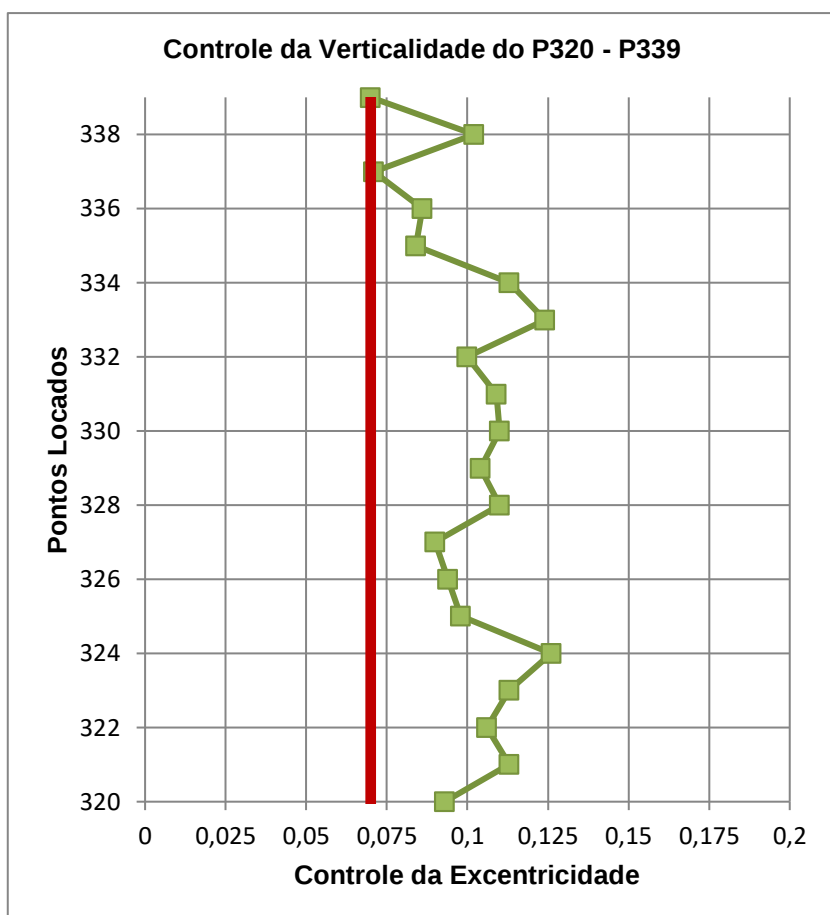
581	ARESTA	-48,9292	85,0597	-3,568			
582	ARESTA	-48,913	85,0833	-0,543			
583	ARESTA	-48,9412	85,0555	2,479	0,003	0,001	0,003
584	ARESTA	-48,9431	85,0801	5,071	0,005	- 0,023	0,024
585	ARESTA	-48,9709	85,0482	8,729	0,033	0,009	0,034
586	ARESTA	-48,9057	85,046	11,736	-0,032	0,011	0,034
587	ARESTA	-48,935	85,0329	14,778	-0,003	0,024	0,024
588	ARESTA	-48,9267	85,0961	17,81	-0,011	- 0,039	0,041
589	ARESTA	-48,9137	85,0777	20,86	-0,024	- 0,021	0,032
590	ARESTA	-48,8228	85,0614	23,929	-0,115	- 0,005	0,115
591	ARESTA	-48,9209	85,0759	26,921	-0,017	- 0,019	0,026
592	ARESTA	-48,9456	85,0825	29,926	0,008	- 0,026	0,027
593	ARESTA	-48,9492	85,0743	32,929	0,011	- 0,017	0,021
594	ARESTA	-48,9177	85,0742	36,045	-0,020	- 0,017	0,027
595	ARESTA	-48,9196	85,0836	38,998	-0,018	- 0,027	0,032
596	ARESTA	-48,9069	85,0828	41,478	-0,031	- 0,026	0,040
597	ARESTA	-48,9367	85,079	45,087	-0,001	- 0,022	0,022
598	ARESTA	-48,9391	85,0541	48,055	0,001	0,003	0,003
599	ARESTA	-48,9379	85,0678	51,106	0,000	- 0,011	0,011
600	ARESTA	-48,8893	85,0566	54,165	-0,049	0,000	0,049
601	ARESTA	-48,8866	85,0789	57,148	-0,051	- 0,022	0,056
602	ARESTA	-48,9436	85,0923	57,179	0,006	- 0,035	0,036
603	ARESTA	-48,9065	85,0597	60,273	-0,032	- 0,003	0,032
604	ARESTA	-48,9181	85,0812	63,258	-0,020	- 0,024	0,031
605	ARESTA	-48,9255	85,0751	66,249	-0,013	- 0,018	0,022
606	ARESTA	-48,938	85,0569	69,328	0,000	-	0,000

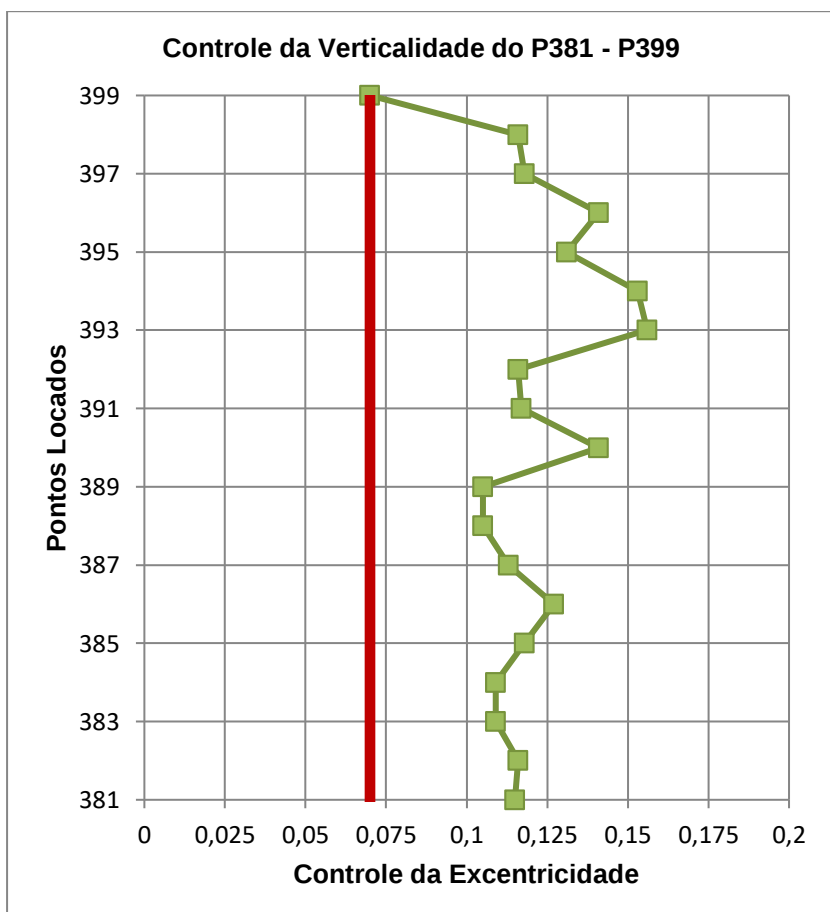
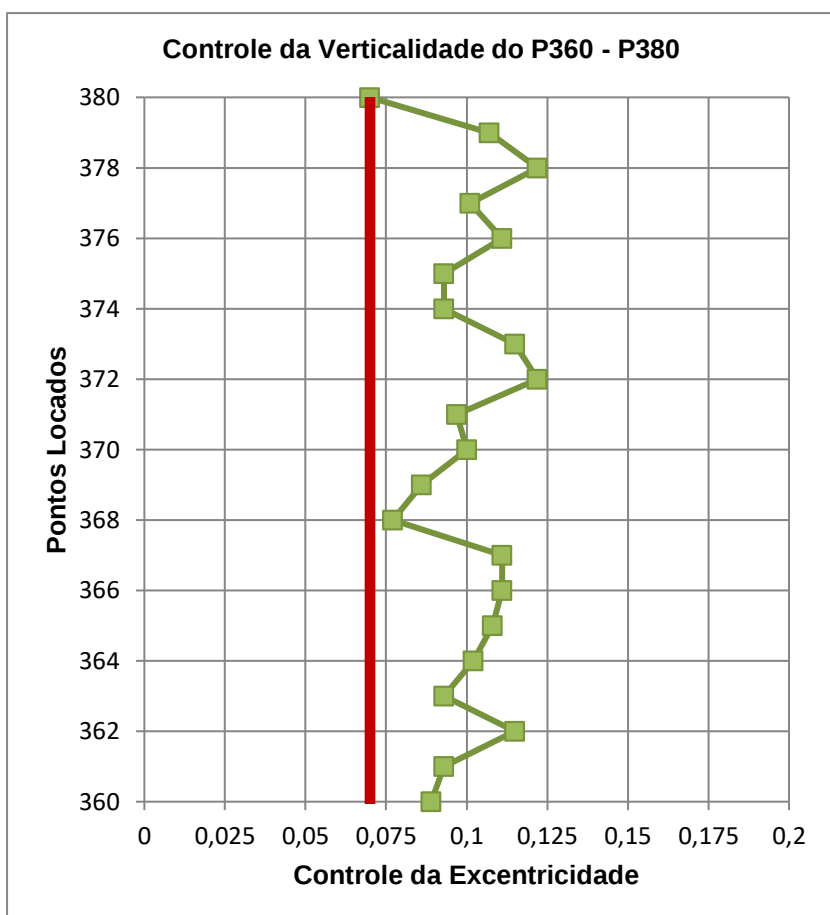
APÊNDICE 1.1 - GRÁFICOS DOS PONTOS DE CONTROLE DA VERTICALIDADE: EDIFÍCIO A


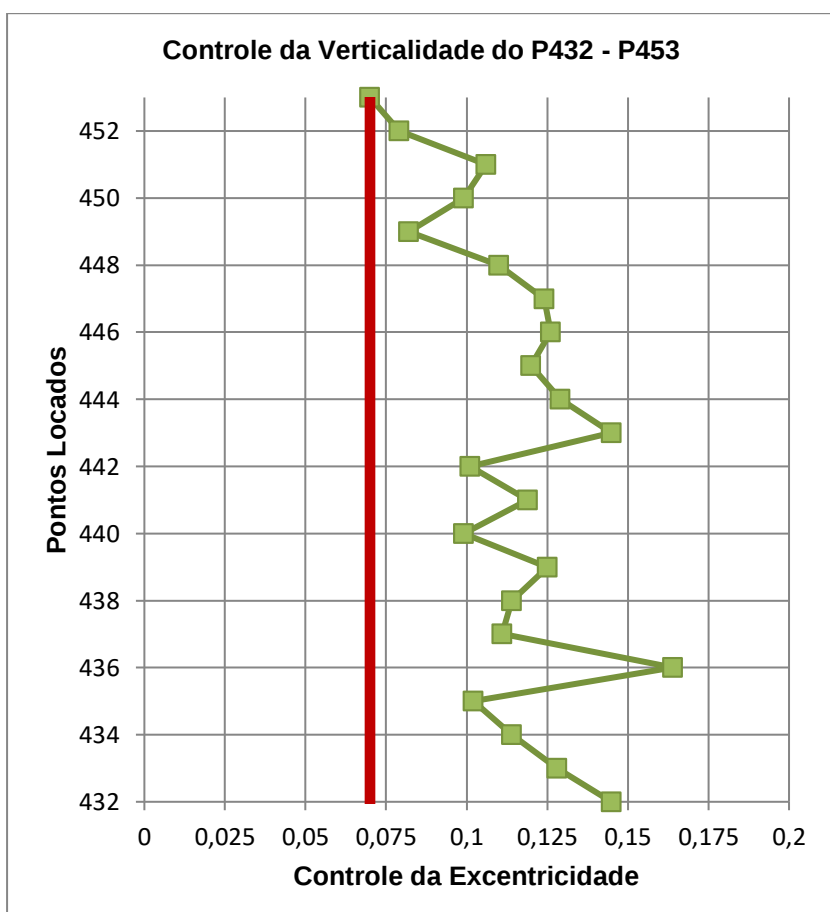
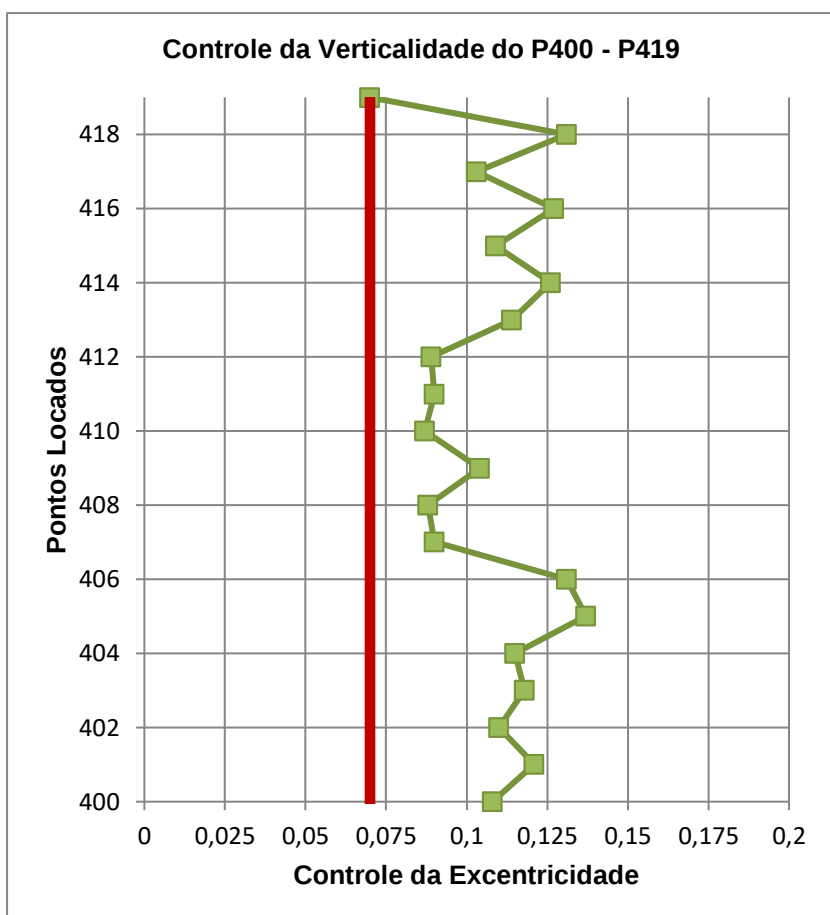


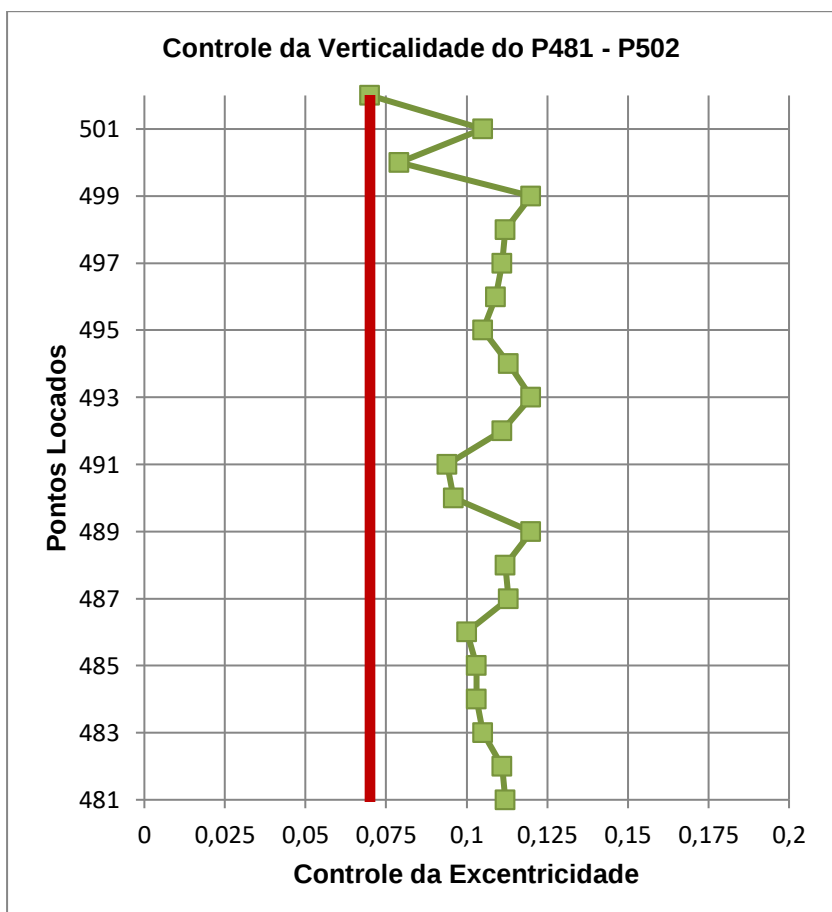
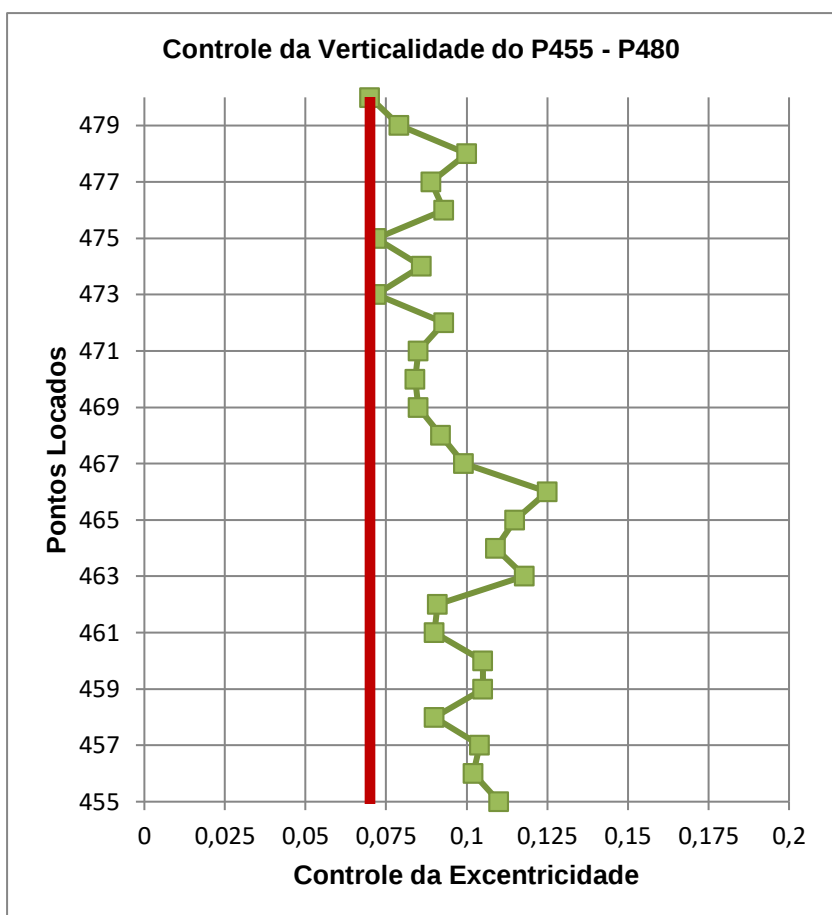


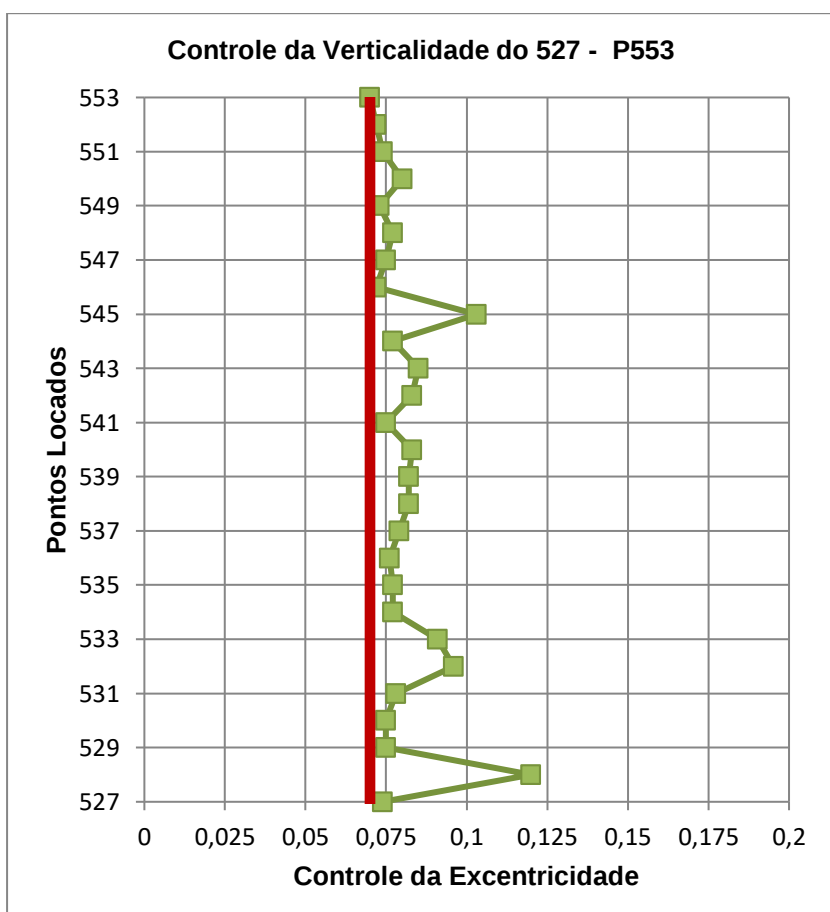
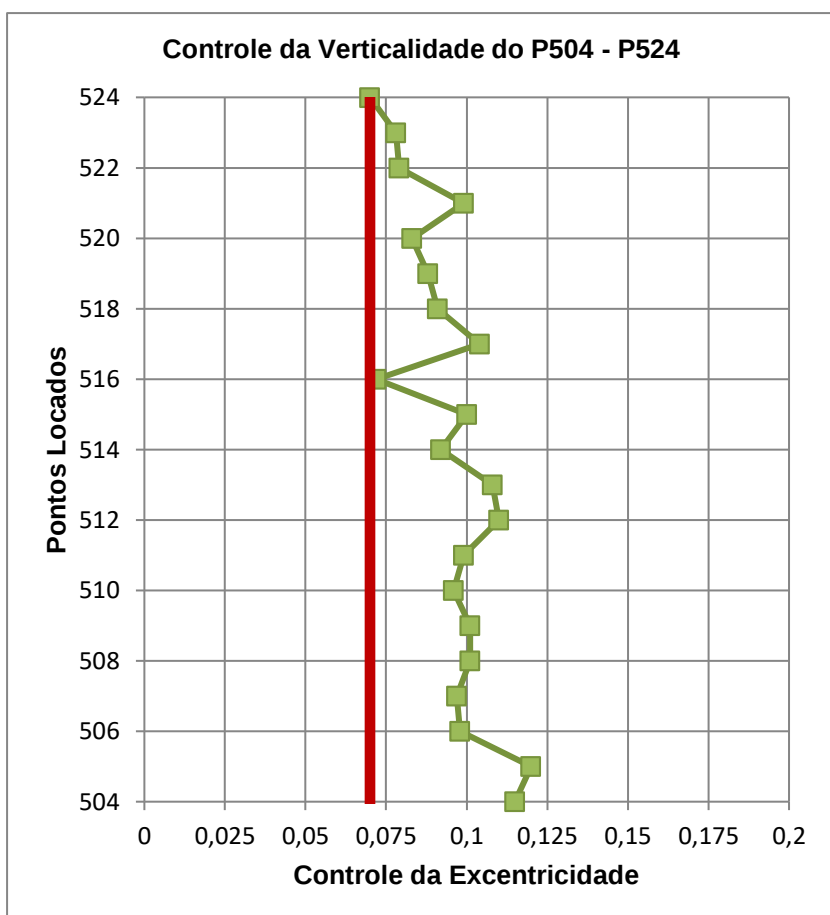


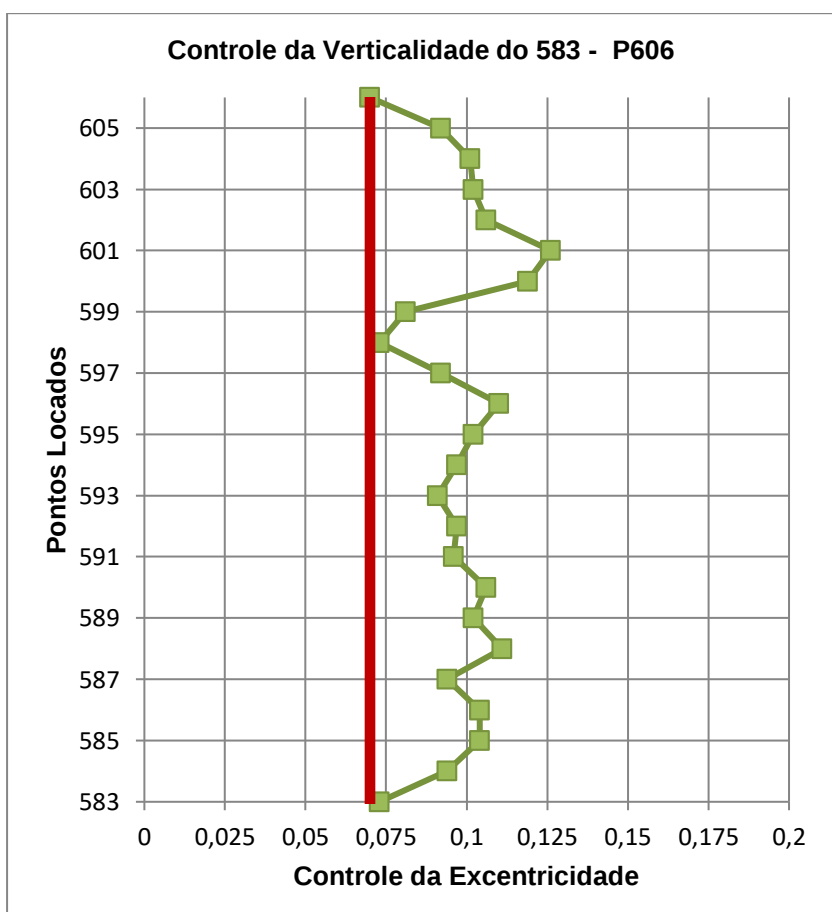
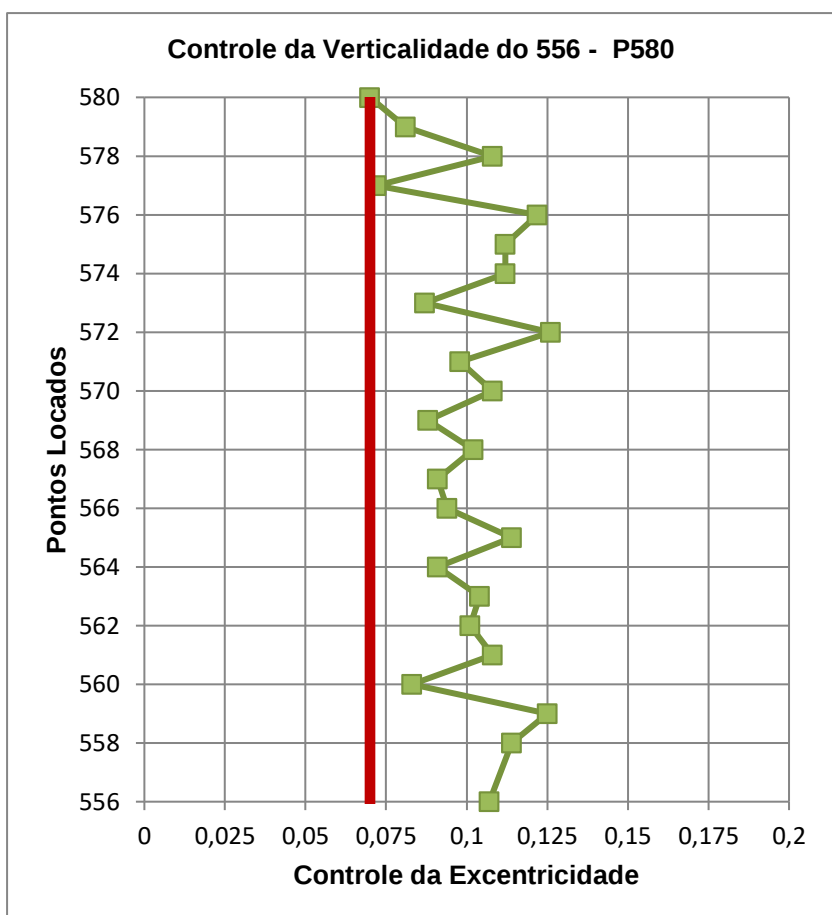












APÊNDICE 2 - Controle da verticalidade da estrutura: EDIFÍCIO B

PROJETO: EDIFÍCIO B							
PONTOS LOCADOS	VISADA (m)	COORDENADAS		ALTITUDE (m)	TOPO		DIFERENÇA ΔH
		E	N		ΔE	ΔN	
1	R						
2							
3	V	-7,3643	9,9011	0,216			
4							
5	ARESTA	15,8666	112,5797	22,309	0,024	0,049	0,055
6	ARESTA	15,847	112,5869	25,068	0,044	0,042	0,060
7	ARESTA	15,8463	112,5938	28,158	0,044	0,035	0,056
8	ARESTA	15,8471	112,5997	31,221	0,044	0,029	0,052
9	ARESTA	15,8609	112,6069	34,293	0,030	0,022	0,037
10	ARESTA	15,8582	112,5798	37,402	0,033	0,049	0,059
11	ARESTA	15,8606	112,5885	40,454	0,030	0,040	0,050
12	ARESTA	15,8662	112,5925	43,519	0,025	0,036	0,044
13	ARESTA	15,856	112,5919	46,661	0,035	0,037	0,051
14	ARESTA	15,8505	112,6197	49,735	0,040	0,009	0,041
15	ARESTA	15,8836	112,5823	52,76	0,007	0,046	0,047
16	ARESTA	15,8649	112,5993	55,868	0,026	0,029	0,039
17	ARESTA	15,8653	112,5902	58,929	0,025	0,038	0,046
18	ARESTA	15,8634	112,5888	62,021	0,027	0,040	0,048
19	ARESTA	15,8645	112,5964	65,08	0,026	0,032	0,042
20	ARESTA	15,8907	112,6287	66,442	-	-	0,000
21	ARESTA	17,3662	109,8425	21,78	0,012	0,102	0,103
22	ARESTA	17,3764	109,8415	24,858	0,023	0,101	0,104
23	ARESTA	17,3673	109,8213	27,985	0,013	0,081	0,082
24	ARESTA	17,4214	110,1118	31,044	0,067	0,372	0,378
25	ARESTA	17,3975	110,0643	34,14	0,044	0,324	0,327
26	ARESTA	17,3915	109,8436	37,214	0,038	0,103	0,110
27	ARESTA	17,3744	109,8906	40,334	0,021	0,150	0,152
28	ARESTA	17,3937	109,8711	43,378	0,040	0,131	0,137
29	ARESTA	17,3981	109,8264	46,386	0,044	0,086	0,097
30	ARESTA	17,3835	109,8065	49,608	0,030	0,066	0,073
31	ARESTA	17,383	109,8071	52,631	0,029	0,067	0,073
32	ARESTA	17,4951	110,5154	56,074	0,141	0,775	0,788
33	ARESTA	17,3815	109,7973	58,844	0,028	0,057	0,063
34	ARESTA	17,4783	110,3603	62,257	0,124	0,620	0,632
35	ARESTA	17,3539	109,7402	66,397	-	-	0,000
36	ARESTA	23,5812	103,237	18,794	0,015	0,032	0,036
37	ARESTA	23,6104	103,2841	21,238	0,014	0,080	0,081
38	ARESTA	23,5888	103,2725	24,378	0,008	0,068	0,068
39	ARESTA	23,5997	103,2693	27,425	0,003	0,065	0,065
40	ARESTA	23,5928	103,2693	30,511	0,004	0,065	0,065
41	ARESTA	23,5793	103,2331	33,578	0,017	0,029	0,033
42	ARESTA	23,5804	103,238	36,646	0,016	0,034	0,037
43	ARESTA	23,5715	103,2199	39,765	0,025	0,015	0,029
44	ARESTA	23,5692	103,2166	42,852	0,027	0,012	0,030

45	ARESTA	23,5799	103,2612	45,917	0,017	0,057	0,059
46	ARESTA	23,5759	103,2413	48,985	0,021	0,037	0,042
47	ARESTA	23,5709	103,2196	52,085	0,026	0,015	0,030
48	ARESTA	23,6043	103,2437	55,153	0,008	0,039	0,040
49	ARESTA	23,6028	103,237	58,223	0,006	0,032	0,033
50	ARESTA	23,6011	103,227	61,337	0,005	0,023	0,023
51	ARESTA	23,6064	103,2504	64,372	0,010	0,046	0,047
52	ARESTA	23,5965	103,2045	66,388	-	-	0,000
53	ARESTA	24,1953	103,7884	18,877	0,016	0,005	0,017
54	ARESTA	24,182	103,8158	21,967	0,029	0,022	0,037
55	ARESTA	24,199	103,859	25,073	0,012	0,066	0,067
56	ARESTA	24,1872	103,8082	28,144	0,024	0,015	0,028
57	ARESTA	24,196	103,8142	30,499	0,015	0,021	0,026
58	ARESTA	24,1852	103,7679	33,58	0,026	0,025	0,036
59	ARESTA	24,2257	103,8049	36,638	0,014	0,012	0,018
60	ARESTA	24,1905	103,7772	39,759	0,021	0,016	0,026
61	ARESTA	24,2056	103,8009	42,841	0,006	0,008	0,009
62	ARESTA	24,2071	103,805	45,892	0,004	0,012	0,012
63	ARESTA	24,1794	103,8115	48,982	0,032	0,018	0,037
64	ARESTA	24,1939	103,8028	52,063	0,017	0,010	0,020
65	ARESTA	24,22	103,8308	55,143	0,009	0,037	0,038
66	ARESTA	24,2145	103,8072	58,24	0,003	0,014	0,014
67	ARESTA	24,2108	103,7911	61,319	0,001	0,002	0,002
68	ARESTA	24,2113	103,7933	66,373	-	-	0,000
69	ARESTA	26,2872	101,6288	18,858	0,018	0,003	0,018
70	ARESTA	26,287	101,6281	21,929	0,018	0,004	0,018
71	ARESTA	26,2862	101,6248	25,036	0,019	0,007	0,020
72	ARESTA	26,2881	101,6098	21,273	0,017	0,022	0,027
73	ARESTA	26,2921	101,6252	24,329	0,013	0,006	0,014
74	ARESTA	26,251	101,623	27,403	0,054	0,009	0,054
75	ARESTA	26,2882	101,6288	30,482	0,017	0,003	0,017
76	ARESTA	26,29	101,6357	33,584	0,015	0,004	0,015
77	ARESTA	26,2974	101,6215	36,647	0,007	0,010	0,013
78	ARESTA	26,2968	101,6518	39,726	0,008	0,020	0,022
79	ARESTA	26,2942	101,6418	42,783	0,011	0,010	0,015
80	ARESTA	26,2775	101,6565	45,864	0,027	0,025	0,037
81	ARESTA	26,2788	101,6349	48,914	0,026	0,003	0,026
82	ARESTA	26,2812	101,6422	52,049	0,024	0,011	0,026
83	ARESTA	26,3075	101,6382	55,088	0,003	0,007	0,007
84	ARESTA	26,2819	101,6449	58,211	0,023	0,013	0,026
85	ARESTA	26,3217	101,6421	61,275	0,017	0,010	0,020
86	ARESTA	26,3106	101,6541	64,358	0,006	0,022	0,023
87	ARESTA	26,3048	101,6316	66,4	-	-	0,000
88	ARESTA	29,0623	104,2418	18,131	0,045	0,003	0,045
89	ARESTA	29,0663	104,2365	21,251	0,041	0,002	0,041
90	ARESTA	29,0654	104,2548	24,339	0,042	0,016	0,045
91	ARESTA	29,0607	104,2397	27,426	0,046	0,001	0,047
92	ARESTA	29,0794	104,307	30,498	0,028	0,068	0,074
93	ARESTA	29,0598	104,2347	33,574	0,047	0,004	0,048
94	ARESTA	29,0731	104,2393	36,66	0,034	0,001	0,034

95	ARESTA	29,0973	104,2869	39,723	0,010	0,048	0,049
96	ARESTA	29,0933	104,2729	42,816	0,014	0,034	0,037
97	ARESTA	29,0806	104,2722	45,877	0,027	0,034	0,043
98	ARESTA	29,0757	104,2546	48,974	0,031	0,016	0,035
99	ARESTA	29,0814	104,2419	52,081	0,026	0,003	0,026
100	ARESTA	29,1243	104,257	55,145	0,017	0,018	0,025
101	ARESTA	29,1267	104,2654	58,237	0,020	0,027	0,033
102	ARESTA	29,1121	104,3031	61,222	0,005	0,064	0,065
103	ARESTA	29,0826	104,2598	64,359	0,025	0,021	0,032
104	ARESTA	29,1072	104,2386	66,393	-	-	0,000
105	ARESTA	30,1876	103,0482	18,188	0,027	0,006	0,028
106	ARESTA	30,1963	103,0795	21,245	0,018	0,025	0,031
107	ARESTA	30,2214	103,067	24,322	0,007	0,012	0,014
108	ARESTA	30,1852	103,0529	27,423	0,029	0,002	0,029
109	ARESTA	30,1983	103,0956	30,491	0,016	0,041	0,044
110	ARESTA	30,197	103,0912	33,59	0,018	0,037	0,041
111	ARESTA	30,2214	103,067	36,665	0,007	0,012	0,014
112	ARESTA	30,2182	103,0765	39,713	0,004	0,022	0,022
113	ARESTA	30,2221	103,0899	42,823	0,008	0,035	0,036
114	ARESTA	30,2098	103,0888	45,865	0,005	0,034	0,035
115	ARESTA	30,2095	103,0636	48,981	0,005	0,009	0,010
116	ARESTA	30,2095	103,0636	52,046	0,005	0,009	0,010
117	ARESTA	30,2338	103,0539	55,15	0,019	0,001	0,019
118	ARESTA	30,2394	103,0713	58,206	0,025	0,017	0,030
119	ARESTA	30,232	103,0457	61,301	0,017	0,009	0,020
120	ARESTA	30,2188	103,0676	64,361	0,004	0,013	0,014
121	ARESTA	30,2145	103,0545	66,363	-	-	0,000
122	ARESTA	43,9174	116,1013	21,23	0,040	0,013	0,042
123	ARESTA	43,9129	116,1117	24,337	0,044	0,024	0,050
124	ARESTA	43,9322	116,0982	27,392	0,025	0,010	0,027
125	ARESTA	43,9354	116,0894	30,45	0,022	0,001	0,022
126	ARESTA	43,9655	116,1179	33,577	0,008	0,030	0,031
127	ARESTA	43,9538	116,1295	36,625	0,003	0,042	0,042
128	ARESTA	43,9506	116,1211	39,736	0,007	0,033	0,034
129	ARESTA	43,9453	116,1175	42,778	0,012	0,030	0,032
130	ARESTA	43,9737	116,1262	45,861	0,016	0,038	0,042
131	ARESTA	43,9534	116,1233	48,923	0,004	0,035	0,036
132	ARESTA	43,9628	116,0786	52,052	0,006	0,009	0,011
133	ARESTA	43,959	116,1128	55,137	0,002	0,025	0,025
134	ARESTA	43,9754	116,1339	58,189	0,018	0,046	0,049
135	ARESTA	43,9639	116,1019	61,258	0,007	0,014	0,015
136	ARESTA	43,9575	116,0866	64,324	0,000	0,001	0,001
137	ARESTA	43,9573	116,0879	66,271	-	-	0,000
138	ARESTA	45,5594	119,9675	21,247	0,029	0,018	0,034
139	ARESTA	45,5901	120,0064	24,34	0,002	0,056	0,057
140	ARESTA	45,5085	119,9088	27,399	0,080	0,041	0,089
141	ARESTA	45,5824	119,9649	30,486	0,006	0,015	0,016
142	ARESTA	45,5924	119,9491	33,57	0,004	0,001	0,004
143	ARESTA	45,5775	119,9732	36,633	0,011	0,023	0,026
144	ARESTA	45,5771	119,9721	39,739	0,011	0,022	0,025

145	ARESTA	45,5549	119,9627	42,807	0,033	0,013	0,035
146	ARESTA	45,5571	119,9651	45,9	0,031	0,015	0,034
147	ARESTA	45,6101	119,945	49,021	0,022	0,005	0,023
148	ARESTA	45,5712	119,9179	52,098	0,017	0,032	0,036
149	ARESTA	45,6212	119,9339	55,236	0,033	0,016	0,037
150	ARESTA	45,5942	119,9154	58,238	0,006	0,034	0,035
151	ARESTA	45,5859	119,934	61,33	0,002	0,016	0,016
152	ARESTA	45,5876	119,9384	64,408	0,000	0,011	0,012
153	ARESTA	45,588	119,9499	66,274	-	-	0,000
154	R						
155							
156	V	-28,2581	5,5402	-0,212			
157							
158	R						
159							
160	V	-100,156	85,635	1,231			
161							
162	R						
163							
164	V	-39,9109	140,5666	2,666			
165							
166	R						
167							
168	V	-32,1183	139,2247	2,974			
169							
170	V	3,2372	201,0481	4,251			
171							
172	R						
173							
174	ARESTA	17,9131	110,3908	11,927	0,020	0,010	0,023
175	ARESTA	17,9205	110,3891	15,034	0,013	0,012	0,017
176	ARESTA	17,9219	110,3889	18,127	0,011	0,012	0,016
177	ARESTA	17,9038	110,3994	21,215	0,029	0,001	0,030
178	ARESTA	17,9089	110,408	24,313	0,024	0,007	0,025
179	ARESTA	17,9023	110,4118	27,373	0,031	0,011	0,033
180	ARESTA	17,8933	110,4177	30,463	0,040	0,017	0,043
181	ARESTA	17,8777	110,4144	33,541	0,056	0,014	0,057
182	ARESTA	17,9194	110,3904	36,64	0,014	0,010	0,017
183	ARESTA	17,8997	110,4134	39,713	0,034	0,013	0,036
184	ARESTA	17,9201	110,4081	42,778	0,013	0,007	0,015
185	ARESTA	17,9429	110,3949	45,863	0,010	0,006	0,011
186	ARESTA	17,9217	110,3748	48,981	0,012	0,026	0,028
187	ARESTA	17,9066	110,3836	52,024	0,027	0,017	0,032
188	ARESTA	17,9072	110,399	55,14	0,026	0,002	0,026
189	ARESTA	17,9087	110,3823	58,19	0,025	0,019	0,031
190	ARESTA	17,9106	110,3939	64,377	0,023	0,007	0,024
191	ARESTA	17,9333	110,4008	66,334	-	-	0,000
192	ARESTA	18,5328	115,2911	11,929	0,032	0,001	0,032
193	ARESTA	18,5413	115,2711	15,019	0,023	0,021	0,031
194	ARESTA	18,4296	115,359	18,105	0,135	0,067	0,151

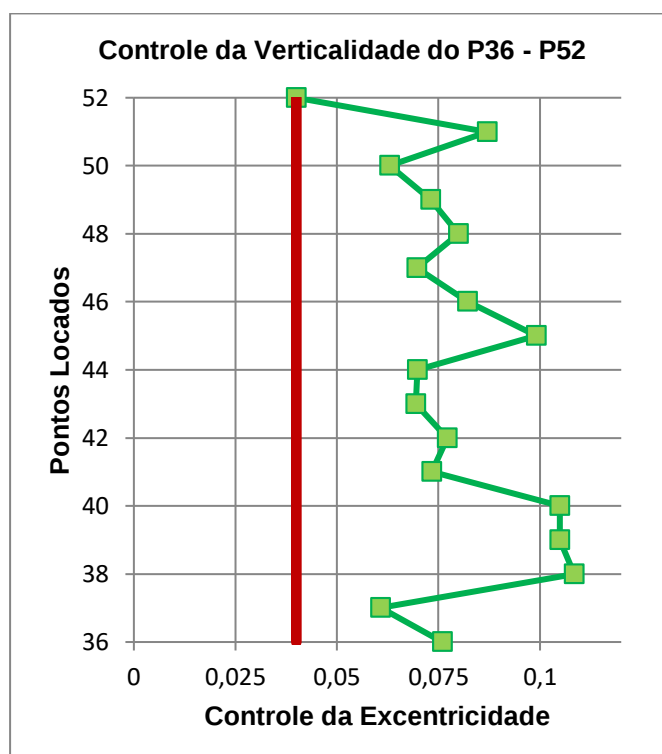
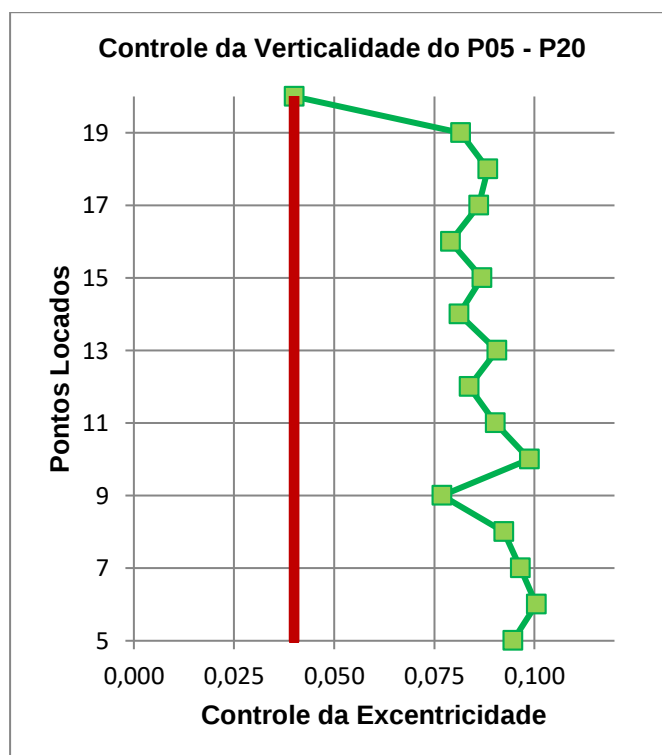
195	ARESTA	18,5687	115,2636	21,219	0,004	0,028	0,028
196	ARESTA	18,579	115,2677	24,309	0,015	0,024	0,028
197	ARESTA	18,4426	115,3325	27,331	0,122	0,041	0,128
198	ARESTA	18,4026	115,3514	30,396	0,162	0,060	0,172
199	ARESTA	18,5444	115,263	33,561	0,020	0,029	0,035
200	ARESTA	18,564	115,2537	36,638	0,000	0,038	0,038
201	ARESTA	18,5535	115,2614	39,715	0,011	0,030	0,032
202	ARESTA	18,551	115,2665	42,755	0,013	0,025	0,029
203	ARESTA	18,5729	115,2562	45,87	0,009	0,035	0,037
204	ARESTA	18,543	115,2703	48,928	0,021	0,021	0,030
205	ARESTA	18,5708	115,2887	52,048	0,006	0,003	0,007
206	ARESTA	18,5808	115,284	55,136	0,016	0,008	0,018
207	ARESTA	18,5659	115,2911	58,21	0,002	0,001	0,002
208	ARESTA	18,5795	115,2846	61,275	0,015	0,007	0,017
209	ARESTA	18,5644	115,2917	66,129	-	-	0,000
210	ARESTA	17,6939	116,2452	11,881	0,006	0,012	0,014
211	ARESTA	17,6682	116,2386	15,018	0,020	0,019	0,027
212	ARESTA	17,7058	116,2045	18,125	0,018	0,053	0,056
213	ARESTA	17,7024	116,2187	21,215	0,015	0,039	0,041
214	ARESTA	17,7123	116,2437	24,306	0,024	0,014	0,028
215	ARESTA	17,6876	116,2548	27,367	0,000	0,002	0,003
216	ARESTA	17,6829	116,257	30,462	0,005	0,000	0,005
217	ARESTA	17,6678	116,2449	33,544	0,020	0,012	0,024
218	ARESTA	17,6788	116,2132	36,611	0,009	0,044	0,045
219	ARESTA	17,6708	116,2283	39,699	0,017	0,029	0,034
220	ARESTA	17,6819	116,2149	42,772	0,006	0,042	0,043
221	ARESTA	17,7048	116,2334	45,858	0,017	0,024	0,029
222	ARESTA	17,7033	116,2379	48,951	0,015	0,019	0,025
223	ARESTA	17,692	116,2387	52,049	0,004	0,019	0,019
224	ARESTA	17,6952	116,2369	55,108	0,007	0,020	0,022
225	ARESTA	17,6925	116,2476	58,195	0,005	0,010	0,011
226	ARESTA	17,702	116,2505	61,263	0,014	0,007	0,016
227	ARESTA	17,7172	116,2438	64,34	0,029	0,014	0,032
228	ARESTA	17,6878	116,2573	66,363	-	-	0,000
229	ARESTA	24,5197	122,7126	18,128	0,048	0,024	0,054
230	ARESTA	24,5011	122,7178	21,194	0,029	0,019	0,035
231	ARESTA	24,474	122,726	24,277	0,002	0,011	0,011
232	ARESTA	24,4961	122,7195	27,372	0,024	0,017	0,030
233	ARESTA	24,4924	122,7206	30,45	0,020	0,016	0,026
234	ARESTA	24,5181	122,7346	33,539	0,046	0,002	0,046
235	ARESTA	24,4993	122,74	36,625	0,027	0,003	0,027
236	ARESTA	24,5108	122,7367	39,697	0,039	0,000	0,039
237	ARESTA	24,5108	122,7364	42,749	0,039	0,001	0,039
238	ARESTA	24,5248	122,7323	45,826	0,053	0,005	0,053
239	ARESTA	24,4588	122,7515	48,935	0,013	0,014	0,020
240	ARESTA	24,5165	122,7484	52,021	0,044	0,011	0,046
241	ARESTA	24,4884	122,7322	55,07	0,016	0,005	0,017
242	ARESTA	24,4798	122,7347	58,149	0,008	0,002	0,008
243	ARESTA	24,4978	122,7295	61,248	0,026	0,007	0,027
244	ARESTA	24,472	122,737	64,336	-	-	0,000

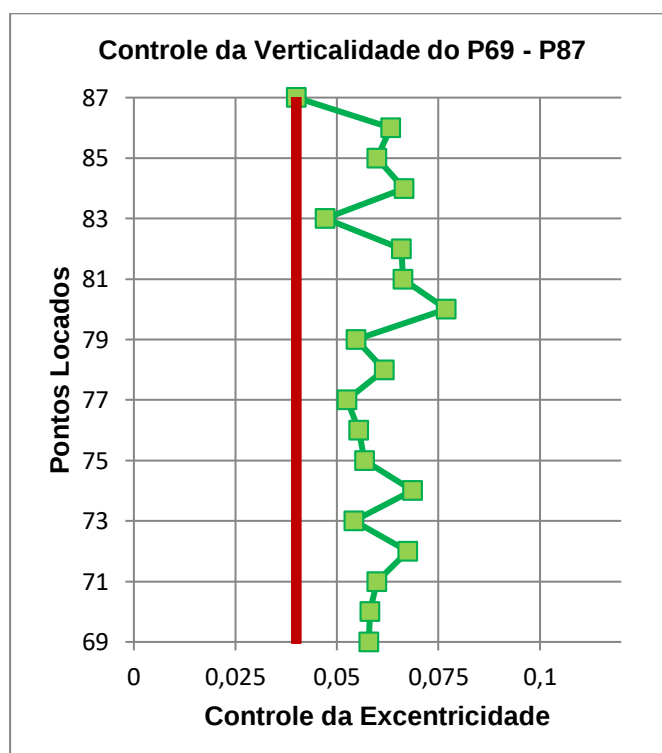
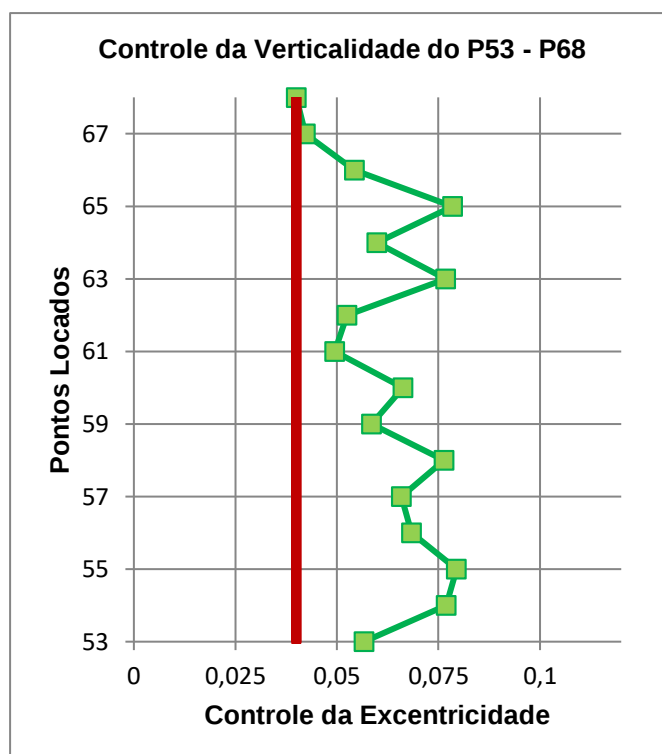
245	ARESTA	17,3472	109,8396	11,914			
246	ARESTA	23,5204	103,3023	12,842			
247	R						
248							
249	V	122,6429	75,7096	0,681			
250							
251	R						
252							
253	ARESTA	43,9048	116,1393	11,885	0,007	0,030	0,031
254	ARESTA	43,9137	116,141	14,983	0,002	0,029	0,029
255	ARESTA	43,9155	116,1594	18,144	0,004	0,010	0,011
256	ARESTA	43,9057	116,1639	21,203	0,006	0,006	0,008
257	ARESTA	43,9116	116,1696	24,321	-	-	0,000
258	ARESTA	42,7681	117,3297	11,907	0,095	0,026	0,098
259	ARESTA	42,7754	117,3352	15,024	0,088	0,032	0,093
260	ARESTA	42,7642	117,3435	18,129	0,099	0,040	0,107
261	ARESTA	42,7912	117,3477	21,345	0,072	0,044	0,084
262	ARESTA	42,7877	117,378	24,286	0,075	0,075	0,106
263	ARESTA	42,7966	117,37	27,375	0,066	0,067	0,094
264	ARESTA	42,7999	117,35	30,45	0,063	0,047	0,078
265	ARESTA	42,7993	117,3503	33,544	0,064	0,047	0,079
266	ARESTA	42,7865	117,357	36,632	0,076	0,054	0,093
267	ARESTA	42,7913	117,3545	39,725	0,072	0,051	0,088
268	ARESTA	42,7796	117,3468	42,782	0,083	0,043	0,094
269	ARESTA	42,7961	117,3377	46,284	0,067	0,034	0,075
270	ARESTA	42,7913	117,3407	48,92	0,072	0,037	0,081
271	ARESTA	42,8227	117,3243	52,038	0,040	0,021	0,045
272	ARESTA	42,7948	117,3389	55,134	0,068	0,035	0,077
273	ARESTA	42,7782	117,3475	59,31	0,085	0,044	0,095
274	ARESTA	42,8068	117,3326	61,262	0,056	0,029	0,063
275	ARESTA	42,8629	117,3034	66,284	-	-	0,000
276	ARESTA	45,543	119,9913	8,524	0,024	0,009	0,026
277	ARESTA	45,545	119,9926	11,913	0,022	0,011	0,025
278	ARESTA	45,5537	119,9986	14,999	0,014	0,017	0,022
279	ARESTA	45,5335	119,9972	18,114	0,034	0,015	0,037
280	ARESTA	45,5443	120,0079	21,163	0,023	0,026	0,035
281	ARESTA	45,5661	120,0352	24,269	0,001	0,053	0,053
282	ARESTA	45,5469	120,0104	27,305	0,020	0,029	0,035
283	ARESTA	45,5645	119,9998	30,413	0,003	0,018	0,018
284	ARESTA	45,5633	119,9996	33,475	0,004	0,018	0,018
285	ARESTA	45,5531	120,0054	36,542	0,014	0,024	0,028
286	ARESTA	45,5435	120,0109	39,647	0,024	0,029	0,038
287	ARESTA	45,5321	120,0055	42,725	0,035	0,024	0,042
288	ARESTA	45,5378	120,0132	45,774	0,030	0,031	0,043
289	ARESTA	45,5635	120,0114	48,874	0,004	0,030	0,030
290	ARESTA	45,5481	119,9834	51,963	0,019	0,002	0,019
291	ARESTA	45,5649	120,0011	55,058	0,002	0,019	0,019
292	ARESTA	45,5627	119,9864	58,099	0,005	0,005	0,007
293	ARESTA	45,5617	119,987	61,159	0,006	0,005	0,008
294	ARESTA	45,5673	119,9818	66,272	-	-	0,000

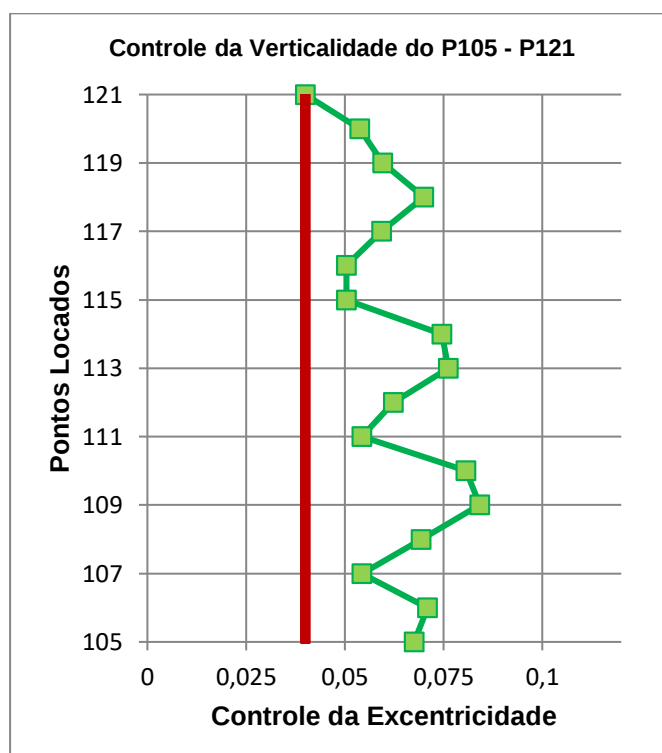
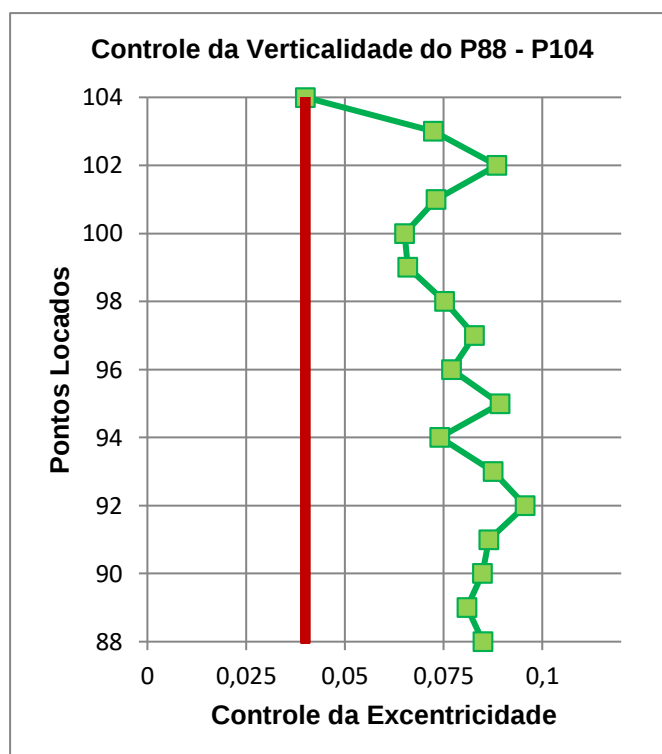
295	ARESTA	43,4584	122,2076	11,909	0,008	0,003	0,009
296	ARESTA	43,4377	122,2033	18,135	0,029	0,002	0,029
297	ARESTA	43,4847	122,1922	21,715	0,018	0,013	0,022
298	ARESTA	43,4565	122,2093	24,295	0,010	0,004	0,011
299	ARESTA	43,4284	122,2263	27,388	0,038	0,021	0,044
300	ARESTA	43,456	122,1791	30,461	0,011	0,026	0,028
301	ARESTA	43,4549	122,1792	33,512	0,012	0,026	0,028
302	ARESTA	43,5146	122,1617	36,597	0,048	0,043	0,065
303	ARESTA	43,4662	122,1902	39,696	0,000	0,015	0,015
304	ARESTA	43,4513	122,1989	42,755	0,015	0,006	0,016
305	ARESTA	43,4417	122,2045	45,832	0,025	0,000	0,025
306	ARESTA	43,4667	122,1898	48,931	0,000	0,015	0,015
307	ARESTA	43,4588	122,1945	52,034	0,008	0,010	0,013
308	ARESTA	43,4589	122,2094	55,117	0,008	0,005	0,009
309	ARESTA	43,4773	122,1986	58,177	0,011	0,006	0,012
310	ARESTA	43,4782	122,1981	61,234	0,012	0,007	0,013
311	ARESTA	43,4715	122,202	64,348	0,005	0,003	0,006
312	ARESTA	43,4666	122,2049	66,301	-	-	0,000
313	ARESTA	44,0159	122,8063	11,649	0,029	0,015	0,033
314	ARESTA	44,0457	122,7941	15,008	0,001	0,003	0,003
315	ARESTA	44,0429	122,7839	18,141	0,002	0,007	0,008
316	ARESTA	44,0589	122,795	21,63	0,014	0,004	0,014
317	ARESTA	44,0536	122,8064	24,309	0,009	0,015	0,017
318	ARESTA	44,0338	122,7961	27,395	0,011	0,005	0,012
319	ARESTA	44,0248	122,774	30,487	0,020	0,017	0,027
320	ARESTA	44,0215	122,7884	33,566	0,023	0,003	0,024
321	ARESTA	44,0435	122,8114	36,613	0,002	0,020	0,020
322	ARESTA	44,0459	122,7883	39,72	0,001	0,003	0,003
323	ARESTA	44,0423	122,8065	42,783	0,003	0,015	0,015
324	ARESTA	44,0267	122,7847	45,849	0,018	0,007	0,019
325	ARESTA	44,041	122,7901	49,102	0,004	0,001	0,004
326	ARESTA	44,0154	122,7791	52,032	0,030	0,012	0,032
327	ARESTA	44,0524	122,8066	55,154	0,007	0,015	0,017
328	ARESTA	44,0286	122,7925	58,169	0,016	0,001	0,016
329	ARESTA	44,0622	122,8008	61,259	0,017	0,009	0,020
330	ARESTA	44,045	122,7914	66,305	-	-	0,000
331	ARESTA	37,8468	129,3304	11,616	0,018	0,016	0,024
332	ARESTA	37,8449	129,3063	15,013	0,016	0,008	0,018
333	ARESTA	37,858	129,2981	18,104	0,029	0,017	0,033
334	V						
335	VI						
336	R						
337	ARESTA	37,8215	129,3296	24,64	0,008	0,015	0,017
338	ARESTA	37,8196	129,3345	27,389	0,010	0,020	0,022
339	ARESTA	37,8292	129,3146	30,508	-	-	0,000
340	ARESTA	37,2953	128,6828	19,098	-	-	
341	ARESTA	35,0789	130,9392	19,02	0,012	0,007	0,014
342	ARESTA	35,0736	130,9518	21,182	0,017	0,005	0,018
343	ARESTA	35,118	130,9714	24,304	0,027	0,025	0,037
344	ARESTA	35,1043	130,9557	27,375	0,014	0,009	0,016

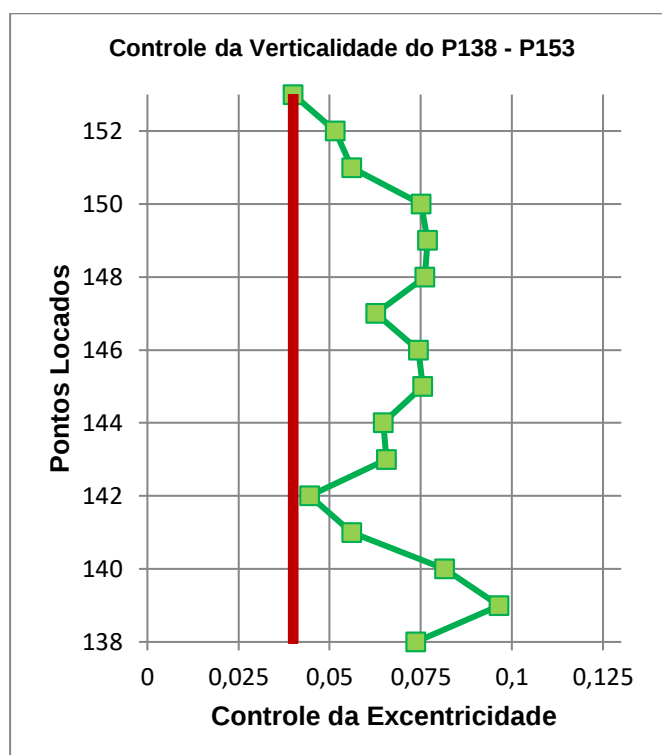
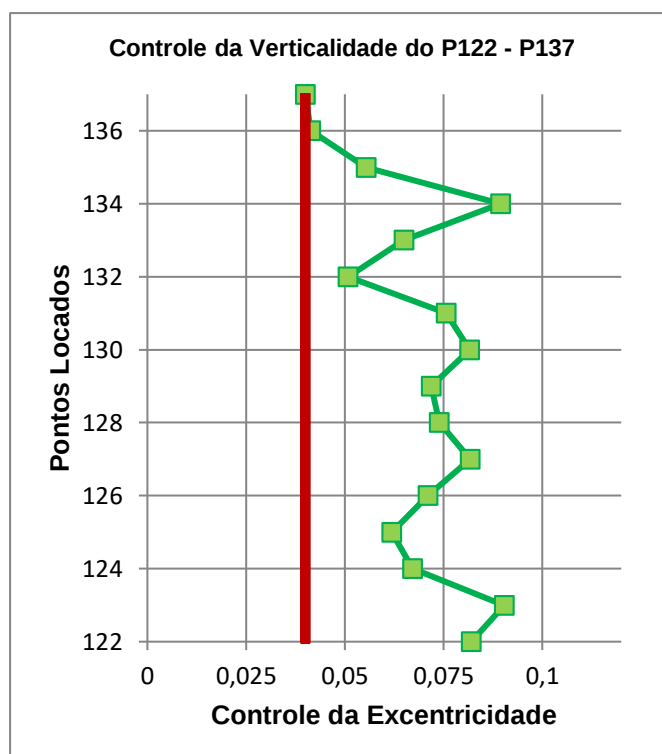
345	ARESTA	35,0991	130,9669	30,415	0,008	0,020	0,022
346	ARESTA	35,1039	130,9566	33,525	0,013	0,010	0,017
347	ARESTA	35,0908	130,9465	36,589	-	-	0,000
348	ARESTA	37,2062	128,762	21,241	0,007	0,022	0,023
349	ARESTA	37,1938	128,7838	24,39	0,005	0,001	0,005
350	ARESTA	37,1991	128,7844	24,338	-	-	0,000
351	ARESTA	35,0936	130,9323	39,66	0,033	0,024	0,041
352	ARESTA	35,0871	130,9465	39,66	0,039	0,010	0,041
353	ARESTA	35,1265	130,9563	39,66	-	-	0,000
354	ARESTA	37,2191	128,7873	27,399	0,052	0,130	0,140
355	ARESTA	37,2182	128,7892	30,5	0,053	0,132	0,142
356	ARESTA	37,2228	128,7795	33,58	0,048	0,122	0,131
357	ARESTA	37,2263	128,772	37,081	0,045	0,115	0,123
358	ARESTA	37,2286	128,7673	39,718	0,042	0,110	0,118
359	ARESTA	37,2155	128,7742	42,78	0,055	0,117	0,129
360	ARESTA	37,2709	128,6573	45,833	-	-	0,000
361	R						
362	RI	-114,2751	-133,7463	0,671			
363	V	-28,2642	5,5312	-0,284			

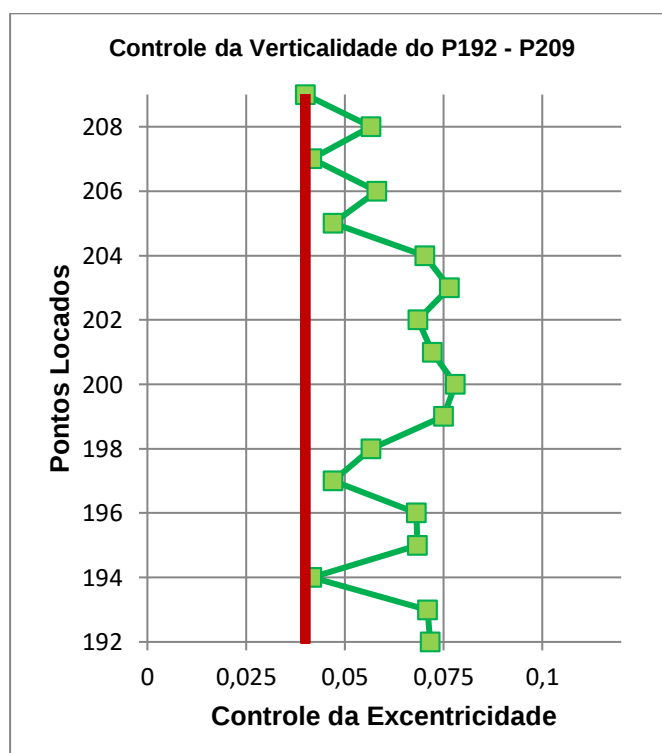
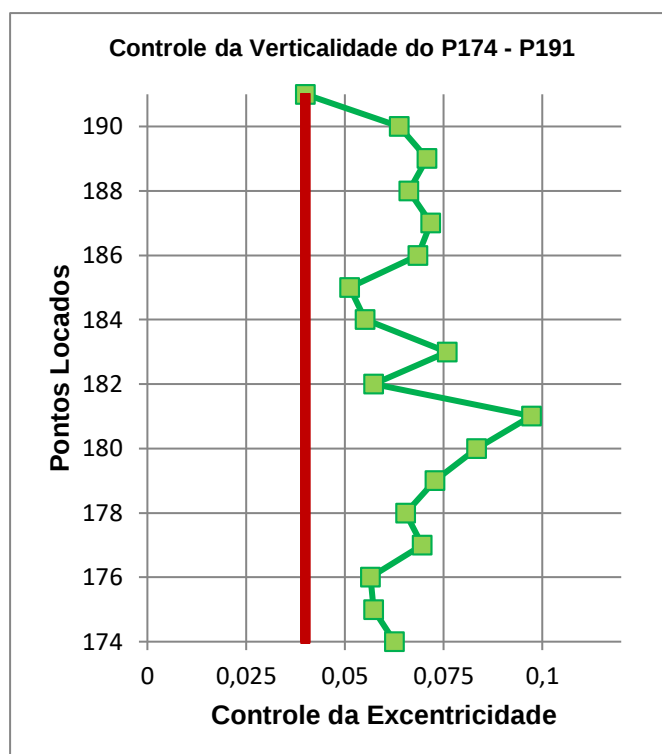
APÊNDICE 2.1 – GRÁFICOS DOS PONTOS DE CONTROLE DA VERTICALIDADE: EDIFÍCIO B

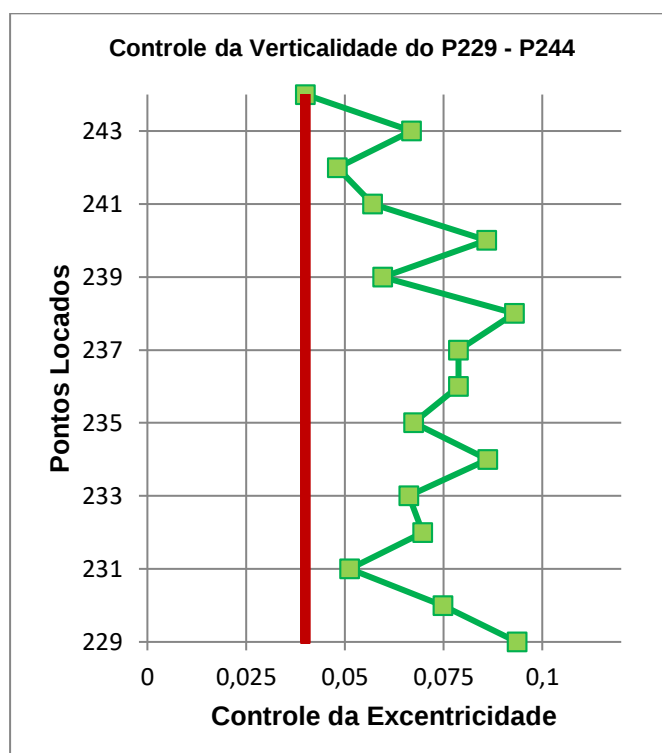
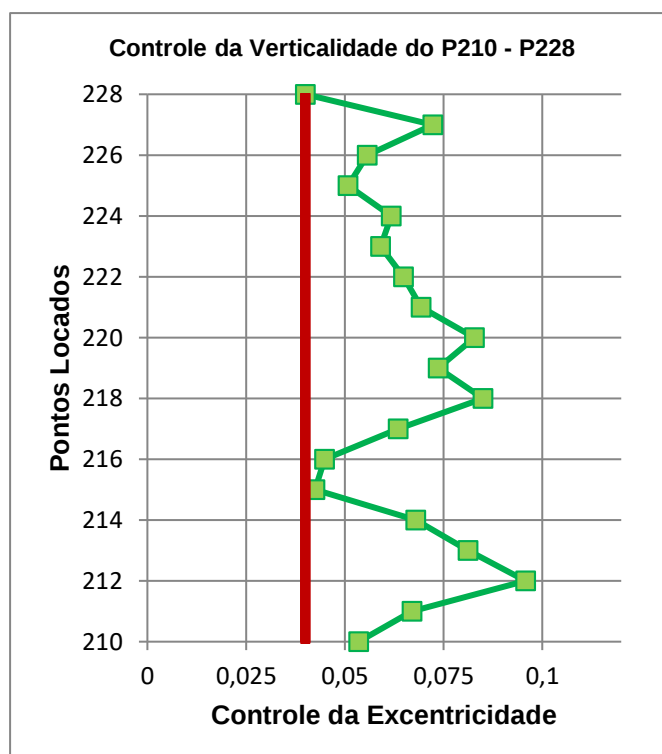


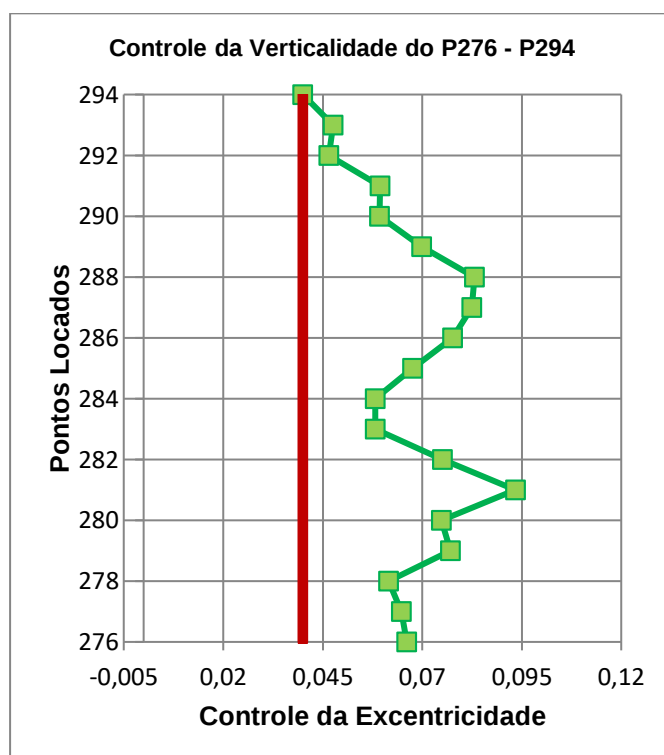
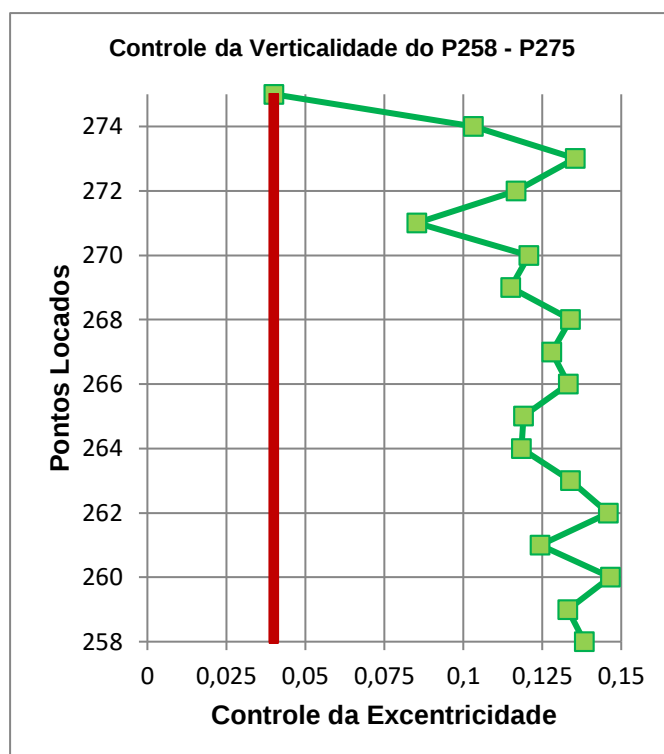


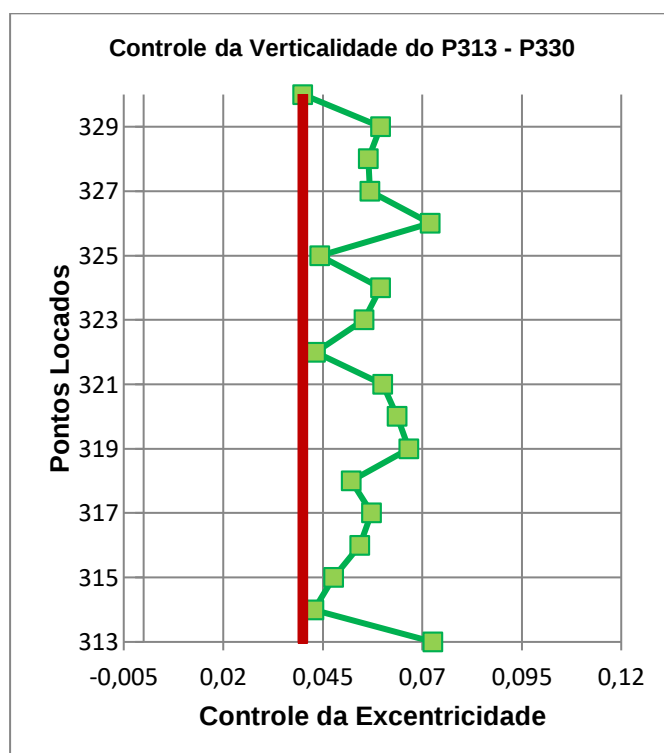
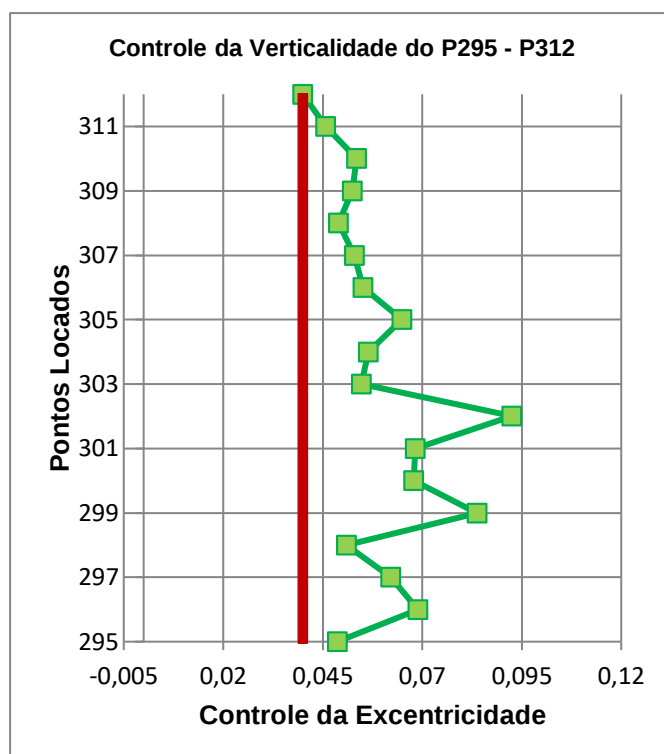






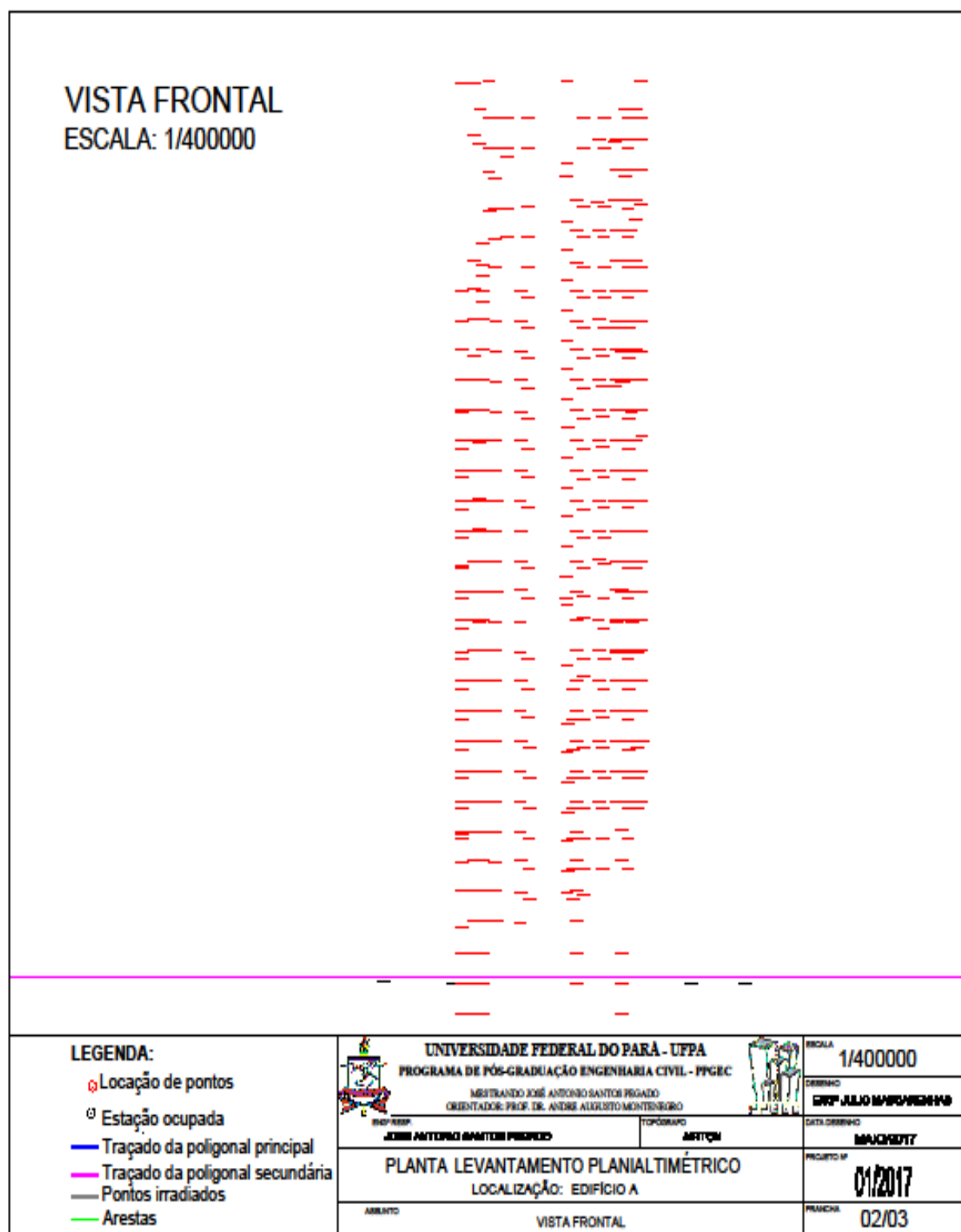






APÊNDICE 3 - EDIFÍCIO A

3.1 LEVANTAMENTO DOS PONTOS NA ESTAÇÃO - VISTA FRONTAL

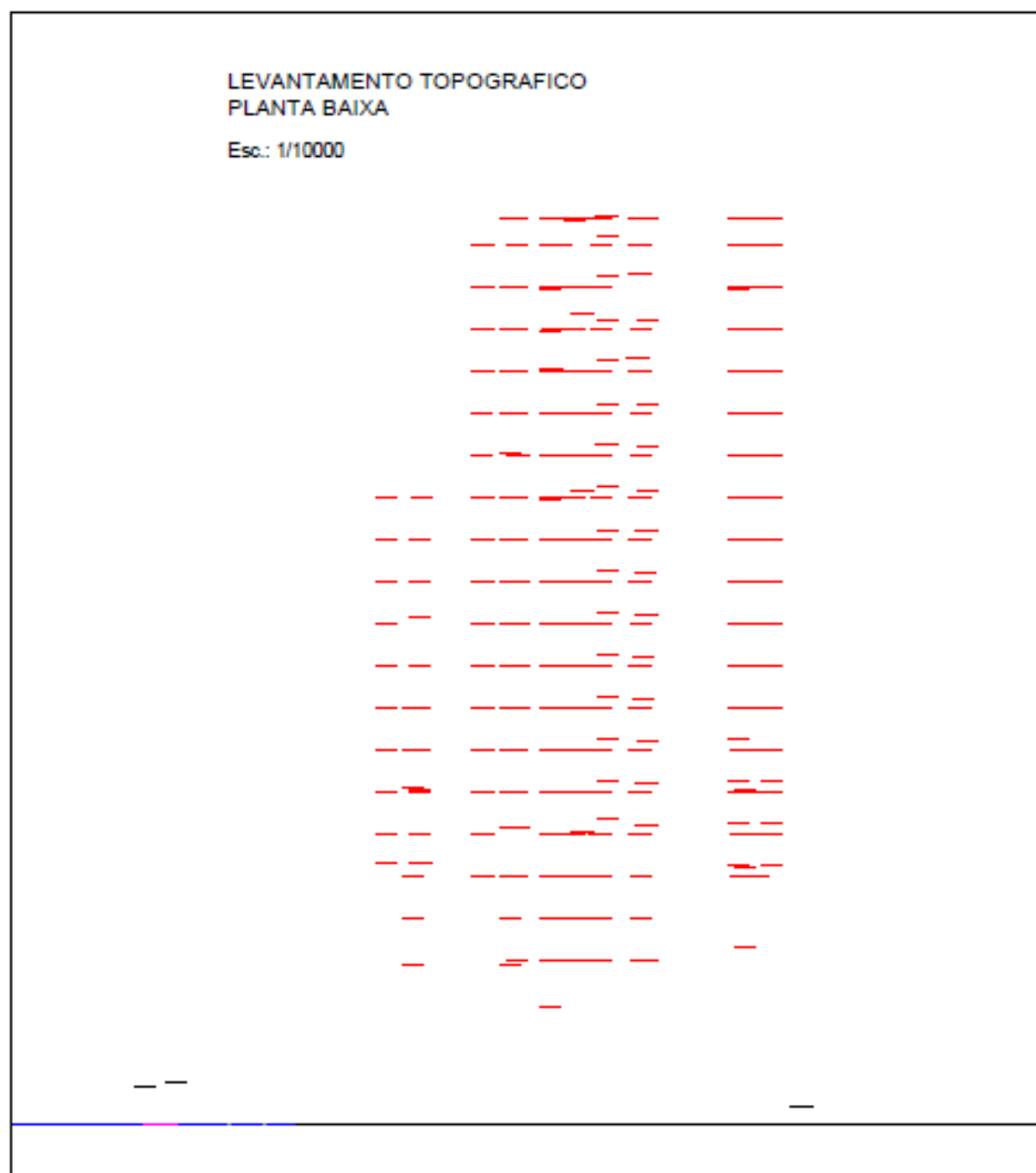


3.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO A



APÊNDICE 4 - EDIFÍCIO B

4.1 LEVANTAMENTO DOS PONTOS NA ESTAÇÃO – VISTA FRONTAL



LEGENDA: Locação de pontos Estação ocupada Traçado da poligonal principal Traçado da poligonal secundária Pontos irradiados	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC MESTRANDO JOSE ANTONIO SANTOS PEGADO ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ ALBERTO MONTENEGRO		ESCALA 1/10000
			DESINHO ENGº JULIO MASCARENHAS
	ENFEREIA JOSE ANTONIO SANTOS PEGADO	TOPOGRAFIA AIRTON	DATA DESENHO MAIO/2017
	PLANTA LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO LOCALIZAÇÃO: EDIFÍCIO B		PROJEÇÃO 02/2017
	ASSUNTO VISTA FRONTAL		PROJEÇÃO 02/03

4.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO B



