

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RAFAELA MENEZES DE PAIVA

**MEDIÇÃO DE RECALQUES EM EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-
PB**

JOÃO PESSOA

2019

RAFAELA MENEZES DE PAIVA

**MEDIÇÃO DE RECALQUES EM EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-
PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
Engenharia Civil do Centro de Tecnologia
da Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lopes Soares

JOÃO PESSOA

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P149m Paiva, Rafaela Menezes de.

MEDIÇÃO DE RECALQUES EM EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO
PESSOA-PB / Rafaela Menezes de Paiva. - João Pessoa,
2019.

65 f. : il.

Orientação: Fábio Lopes Soares Soares.

Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Recalque. 2. Interação solo-estrutura. 3.
Monitoramento. 4. Nível óptico. 5. Nível de referência.
I. Soares, Fábio Lopes Soares. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

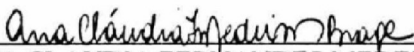
RAFAELA MENEZES DE PAIVA

MEDIÇÃO DE RECALQUES EM EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA- PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 09/05/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:


FÁBIO LOPES SOARES
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

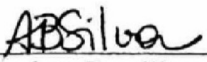
APROVADA


ANA CLÁUDIA FERNANDES MEDEIROS BRAGA
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADA


PAULO GERMANO TOSCANO MOURA
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovada.


Prof.ª Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa Senhora pela minha vida e das pessoas que amo, as quais me motivaram a superar os desafios durante a graduação.

Aos meus amados pais, Aldinete Moreira e Sérgio Gláubens, por todo amor e cuidado, pelo incentivo e suporte para que esta caminhada fosse o mais confortável possível e por terem me ensinado, com exemplos práticos, a como ter coragem.

Às minhas irmãs, Gabriela Menezes e Daniela Menezes, por todo carinho, apoio e por trazerem animação tornando os momentos mais leves.

Ao meu noivo Antônio de Melo, por toda amizade e amor, pela cumplicidade e paciência, e por ter estado ao meu lado em todas as situações, me ajudando a tomar as decisões e me trazendo calma nos momentos difíceis.

A toda minha família, que me ajudou diretamente e indiretamente na minha formação.

A Caroline Cruz, pela parceria, pela amizade e por todos os momentos vividos durante a graduação, nos quais aprendemos, amadurecemos e nos divertimos.

Às amigas, Heloísa Dantas, Mariana Dantas e Gérsica Maria pela amizade sincera, pelas conversas e momentos de descontração e por todo apoio durante essa trajetória.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Lopes Soares, pela orientação, por todo conhecimento passado e disponibilidade.

Aos professores Ana Cláudia Fernandes e Paulo Germano Toscano por terem aceitado participar da banca deste TCC.

A Alliance por permitir o monitoramento e contribuir com a pesquisa.

A todos que contribuíram para conclusão da minha graduação, obrigada!

RESUMO

A NBR 6122 estabelece o monitoramento de recalque como obrigatório para algumas edificações, entretanto esta não é uma prática comum. O recalque ocorre devido a deformação da estrutura e a acomodação do solo relacionado aos carregamentos a que estão sendo submetidas. O objetivo deste trabalho foi realizar o monitoramento de uma edificação vertical localizada na cidade de João Pessoa, detalhando a instrumentação e o procedimento utilizado, durante sua construção para comparar os recalques medidos com os resultados obtidos por testes de provas de carga realizados anteriormente na mesma edificação de acordo com a NBR 12131 e com os recalques previstos gerados através da aplicação do método de Aoki & Lopes. Por meio desse trabalho podemos observar as influências no desempenho da edificação causadas pelas solicitações na estrutura durante a obra. A metodologia utilizada para realização das medições foi por meio do equipamento de topografia, nível ótico, com auxílio de régua graduada e tripé. Foram instalados pinos nos pilares da edificação, para medição dos deslocamentos verticais, e um nível de referência (bench mark) em local livre de influências da própria obra ou outra natureza, para garantir que não sofra deslocamentos e interferências. As medições foram realizadas no período de junho de 2018 a abril de 2019, totalizando oito medições. Através da análise e comparação dos dados foi possível observar uma elevação dos valores previstos em comparação aos medidos *in loco* e mesmo com a carga atuante na estrutura sendo inferior a de projeto, o recalque medido foi superior ao obtido pela prova de carga. Evidenciando assim a complexibilidade do comportamento do solo quando submetido a tensões e a importância da prática de medição de recalques se tornar mais rotineira para possibilitar a obtenção de previsões mais realísticas.

Palavras-chave: Recalque. Interação solo-estrutura. Monitoramento. Nível ótico. Nível de referência.

ABSTRACT

The NBR 6122 establishes the monitoring of repression as mandatory for some buildings, however this is not a common practice. The repression occurs due to deformation of the structure and the accommodation of the soil related to the loads to which they are being submitted. The objective of this work was to carry out the monitoring of a vertical building located in the city of João Pessoa, detailing the instrumentation and the procedure used during its construction to compare the measured loadings with the results obtained by tests of load tests carried out previously in the same building in accordance with NBR 12131 and with the expected settlements generated through the application of the Aoki & Lopes method. Through this work we can observe the influences in the performance of the building caused by the requests in the structure during the work. The methodology used to carry out the measurements was through the topography equipment, optical level, with the aid of graduated ruler and tripod. Piles were installed on the pillars of the building, to measure vertical displacements, and a bench mark in a place free of influences from the work itself or other nature, to ensure that it does not suffer displacements and interferences. Measurements were performed from June 2018 to April 2019, totaling eight measurements. By means of the analysis and comparison of the data it was possible to observe an increase of the predicted values in comparison with those measured in loco and even with the load acting on the structure being inferior to that of design, the measured repression was superior to the one obtained by the load test. Thus, the complexity of soil behavior when subjected to stress and the importance of the practice of measurement of settlements becomes more routine in order to obtain more realistic forecasts.

Keywords: Repression. Soil-structure interaction. Monitoring. Optical level. Reference level.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Possíveis causas de Patologias nas Fundações	13
Figura 2- Interação solo-estrutura	15
Figura 3-Efeitos da construção de pavimentos.....	17
Figura 4- Efeitos da interação solo-estrutura	17
Figura 5- Deslocamentos de uma estrutura	20
Figura 6- Distorções angulares e danos associados.....	21
Figura 7- a) Nível de mangueira b) Manômetro de Bourbon.....	23
Figura 8- Medida de recalque com nivelamento óptico	24
Figura 9 – Meio elástico semi- infinito	25
Figura 10- Planta baixa do pavimento tipo	26
Figura 11- Elevação da edificação estudada	27
Figura 12 – Planta das Fundações	28
Figura 13 – Perfil do solo e posicionamento de uma das estacas do P13	29
Figura 14- Bench mark.....	30
Figura 15- Instalação do Bench mark	30
Figura 16- Posicionamento do bench mark.....	31
Figura 17- Acabamento da instalação do Bench mark.....	32
Figura 18- Parafuso Parabolt 3/8”	32
Figura 19- Instalação do Parabolt.....	33
Figura 20- Pino de referência.....	31
Figura 21- Posicionamento dos pinos nos pilares	33
Figura 22- Nível a laser.....	34
Figura 23- Graduação da mira.....	34
Figura 24- Posicionamento da mira graduada no bench mark	35
Figura 25 – Posicionamento do nível a laser.....	35
Figura 26- 1ª Medição.....	34
Figura 27- 2ª Medição	36
Figura 28- 3ª Medição.....	35
Figura 29- 4ª Medição	37
Figura 30- 5ª Medição.....	35
Figura 31- 6ª Medição.....	37
Figura 32- 7ª Medição.....	36
Figura 33- 8ª Medição	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ensaio de verificação de desempenho para fundações	14
Tabela 2- Contribuições de cada elemento da construção.....	16
Tabela 3- Consequências das hipóteses de projeto em relação à Interação solo-estrutura.....	19
Tabela 4- Datas das medições	36
Tabela 5 – Relação de cargas por estaca e com 82% da carga.....	48
Tabela 6 – Comparação dos recalques medidos in loco com os obtidos na prova de carga com carga total e com 82% da carga	49
Tabela 7 – Comparação dos recalques medidos in loco e dos previstos pelo método	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1. Objetivo Geral	11
1.1.2. Objetivos Específicos	11
1.2 Justificativa.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Eficiência de uma fundação.....	13
2.2 Interação solo-estrutura	15
2.3 Recalques.....	19
2.4 Monitoramento de recalque	22
2.5 Método Aoki & Lopes.....	24
3. METODOLOGIA	26
3.1. Edificação Monitorada	26
3.2. Referência de nível	29
3.3. Pinos de Referência	32
3.4. Medição de recalques	33
3.5. Período de medição	36
4. RESULTADOS.....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO 1	53

1. INTRODUÇÃO

Em projetos de edifícios de concreto armado são consideradas três componentes: a superestrutura, a infraestrutura e o maciço de solo ou rocha. A interação desses componentes é denominada interação solo-estrutura. A superestrutura é composta pelo conjunto de lajes vigas e pilares, já a infraestrutura por todo e qualquer elemento de fundação (SANTOS, 2018).

Essa interação solo-estrutura é geralmente desprezada durante a elaboração de projetos estruturais e de fundação, visto que para o estrutural são considerados apoios indeslocáveis e para o de fundação são acatadas as cargas nos apoios determinadas pelo projeto estrutural. Isso pode ser explicado pela pouca existência de resultados de instrumentação e observação de edificações que possibilitem a definição de parâmetros característicos que definem esse comportamento solo-estrutura (PRELLWITZ, 2015).

Devido a consideração de apoios indeslocáveis os recalques são estimados através das reações de apoio determinadas pelo projeto estrutural não considerando os deslocamentos sofridos pela fundação.

Com a construção de edifícios cada vez mais altos e mais esbeltos se torna cada vez mais importante análises mais elaboradas para execução de projetos sendo importante a consideração da interação solo-estrutura em que podem ser analisados os efeitos da deformabilidade do solo sobre a estrutura.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 6122 (ABNT, 2010) define recalque como sendo o movimento vertical descendente de um elemento estrutural e levantamento como sendo o movimento vertical ascendente. Segundo Rebello (2008) recalque é definido como a deformação ocasionada no solo quando a este são impostos carregamentos.

O recalque de apoio, que se dá pela movimentação da fundação, pode ocasionar fissuras na edificação devido a redistribuição de esforços devido ao deslocamento não previsto em projeto. Essas fissuras podem aparecer na estrutura ou em outros elementos de vedação, podendo ocasionar danos a edificação (ARAGÃO, 2011).

Toda edificação está sujeita a recalques como consequência das deformações ocasionadas no solo devido as cargas da edificação. Assim se faz necessário o monitoramento desses recalques a fim de que se possa tornar mais próximos os valores previstos do

comportamento real da estrutura.

Através do monitoramento de recalques podemos verificar o desempenho das fundações e o comportamento do conjunto solo-estrutura em todas as etapas de uma edificação, possibilitando a comparação do desempenho previsto no projeto com o desempenho real.

Portanto é ideal realizar o monitoramento desde o início do carregamento para que se possa expressar um diagnóstico realístico da interação solo-estrutura e, se necessário, que sejam implementadas intervenções preventivas que acarretam menos custos quando comparadas a medidas corretivas.

Na medição do recalque para que se possa obter resultados mais realísticos possíveis se faz necessário um bom sistema de referência que esteja livre de influências externas, fornecendo assim uma medida mais verídica da movimentação ocorrida e uma continuidade nas medições.

Apesar de ser obrigatória, como estabelecido na NBR 6122, a realização desse monitoramento em edificações com características definidas na mesma, em João Pessoa – PB esta não é uma prática comum.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar os recalques ocorridos em uma edificação em João Pessoa-PB durante o período de junho de 2018 e abril de 2019.

1.1.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, o presente estudo pretende:

- Realizar o monitoramento de recalques de uma edificação em João Pessoa-PB, localizada no bairro de Altiplano, detalhando o procedimento e equipamentos utilizados;
- Avaliar comparativamente os resultados obtidos e os fornecidos pelos ensaios de prova de carga realizados anteriormente nas mesmas edificações de acordo com a NBR 12131;
- Avaliar comparativamente os recalques medidos e os obtidos pela aplicação do método de Aoki & Lopes (1975).

1.2 JUSTIFICATIVA

É possível observar um crescimento vertical acelerado nas cidades, onde construções habitacionais unifamiliares dão lugar a residenciais multifamiliares, com edificações verticais cada vez maiores e mais esbeltas. Assim se torna cada vez mais urgente e necessário uma maior atenção no que se refere a segurança da estrutura para que essa possa resistir a esforços e variações desses sem que haja qualquer dano que comprometa sua vida útil e eficiência.

O controle de recalque é uma medida que objetiva a minimização ou não ocorrência de danos que possam afetar de forma negativa a funcionalidade da edificação e comprometam sua estrutura. Sendo assim necessário um monitoramento eficiente para que se possa obter resultados que caracterizem de forma realística a interação solo-estrutura e possa se avaliar a compatibilidade do seu desempenho com o que foi previsto em projeto.

Na cidade de João Pessoa-PB, esse acelerado crescimento vertical é perceptível porém as práticas de monitoramento de recalque ainda enfrentam resistência no mercado da construção civil e muitas edificações, que se enquadram nas especificações estabelecidas por norma, NBR 6122 (ABNT, 2010), como sendo obrigatória a realização do monitoramento de recalque, acabam não o executando. Assim diante da importância desse acompanhamento, o presente trabalho traz uma ênfase da sua importância e a descrição da metodologia utilizada para as medições e análise dos resultados desses recalques.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EFICIÊNCIA DE UMA FUNDAÇÃO

A fundação é o elemento responsável por transmitir ao solo resistente as cargas advindas da edificação, sendo de extrema importância garantir sua eficiência. Segundo Milititsky et al (2015), muitos fatores podem interferir no desempenho de uma fundação, desde os problemas decorrentes de projeto e conhecimento do solo, métodos construtivos até aqueles decorrentes de ações após sua implantação. Assim as patologias das fundações são associadas às incertezas e riscos envolvidos durante a concepção e execução dessas, atribuindo-lhes algumas possíveis causas que podem ser observadas na Figura 1.

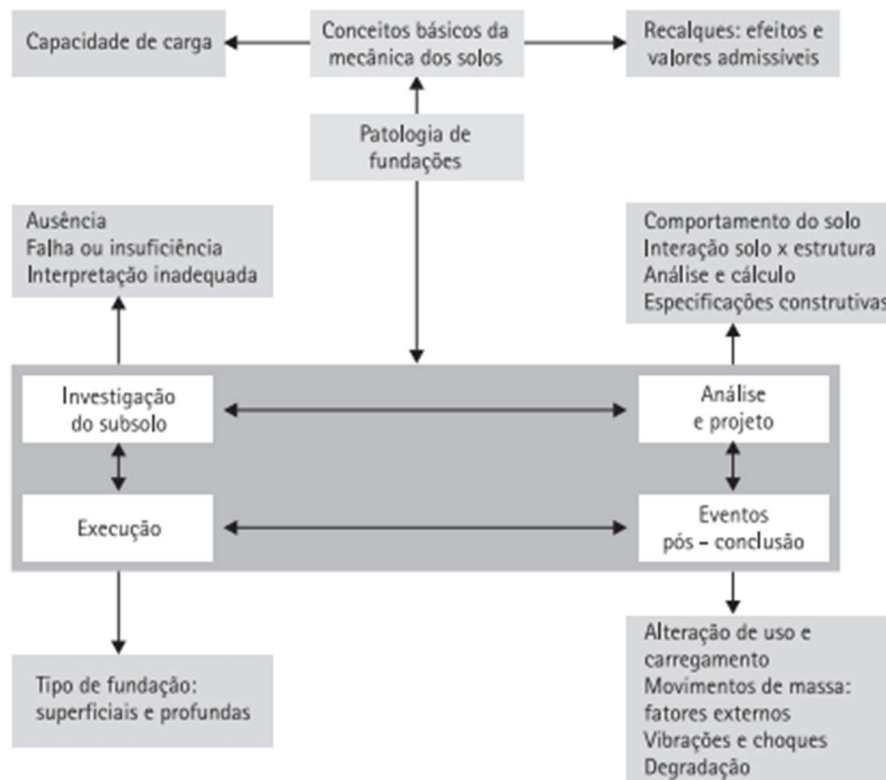


Figura 1- Possíveis causas de Patologias nas Fundações
Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015)

Allonso (1991) afirma que o sucesso de uma fundação está na harmonia entre o projeto, execução e o controle. Sendo assim, é necessário não só um cuidado no que se refere a cumprimentos de requisitos e procedimentos de projetos e de execução mas também de meios que possam realizar o controle de desempenho dessas fundações.

Alguns eventos pós-conclusão das fundações podem interferir no seu bom desempenho comprometendo assim sua segurança e estabilidade, são esses: mudanças de

carregamentos da superestrutura, seja por mudanças de uso ou por alterações não prevista em projeto, movimentos de massa de solo oriundos de fatores externos e vibrações e choque decorrentes de serviços executados nas proximidades e pelo maquinário que cause esses eventos (MILITITSKY et al., 2015).

Alguns ensaios destinados a verificar o desempenho de fundações podem ser observados na Tabela 1. Alguns ensaios para verificação do desempenho e integridade das fundações não são normatizados no Brasil, mas devido a sua importância e aplicabilidade internacional, são executados conforme norma americana.

Tabela 1- Ensaios de verificação de desempenho para fundações.

Ensaios		Norma Referente
Capacidade de Carga	Prova de Carga Estática	Carregamento Rápido Carregamento Lento
		NBR 12131 ASTM D 1143
	Prova de Carga Dinâmica (PDA – Pile Driving Analyser)	NBR 13208 ASTM D 4945
Desempenho das fundações	Monitoramento de recalque	NBR6122
Verificação de Integridade	PIT (Pile Integrity Test)	ASTM D 5882
	Método de resposta transiente (Transient Response Method ou Impulse Response Method)	ASTM D 5882
	Cross-Hole	ASTM D 6760
	Obtenção de testemunhos por meio de sondagem (Core Drilling)	ASTM 2113
	Ensaio de grande deformação (High Strain Integrity Testing)	ASTM D 4945

Fonte: PRELLWITZ, 2015

Na fase de projeto é determinado o tipo de fundação de acordo com vários fatores dentre eles as características geotécnicas (determinadas por meio de ensaios de campo) e as cargas indicadas pelo projetista estrutural. Na fase de execução é seguido o método determinado pelo projeto, sendo de extrema importância realizar um bom controle de qualidade nessa etapa para que se possa fidelizar a fundação executada à projetada. Para o controle dessas, devem ser realizados, além de controle de materiais e de cargas admissíveis, o monitoramento de recalque para verificar o impacto das cargas provenientes da execução da estrutura da edificação (BORGES; BUENO; SANTOS,2011).

Como forma de verificar o desempenho das fundações os autores evidenciam a importância da implantação de monitoramento de recalque desde o início da construção. Porém Danziger et al (2000) destaca que medidas de recalque só ocorrem quando aparecem problemas como trincas e rachaduras ou empenamento de portas e janelas não sendo uma prática rotineira na construção civil.

O controle de fundações, com relação ao monitoramento de recalque, mesmo que tenha uma acentuada importância na eficiência não apenas da fundação mas da edificação como um todo ainda é uma etapa bastante negligenciada pelo mercado da construção civil na cidade de João Pessoa.

2.2 INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Considera-se interação solo-estrutura todos os efeitos que ocorrem entre o maciço de solo e a estrutura da edificação após e ao longo de sua construção. Essa interação pode ser observada no exemplo de uma viga suportada por três pilares com um carregamento distribuído uniformemente, ilustrado na Figura 2. A fundação do pilar no meio tende a sofrer maior deslocamento, devido ao maior carregamento, mas esse deslocamento pode ser restringido, dependendo da rigidez da viga, e transferir carregamento para os pilares das extremidades, assim o deslocamento do pilar central é menor que o esperado e dos da extremidade são maiores. A deformada final da estrutura também é influenciada por esses deslocamentos, pois, pela análise linear, verifica-se que ela é composta pela soma das deformações e recalques dos elementos que a compõe, podendo, portanto, ser obtida por uma análise iterativa do sistema de interação solo-fundação-estrutura (SAVARIS, 2008).

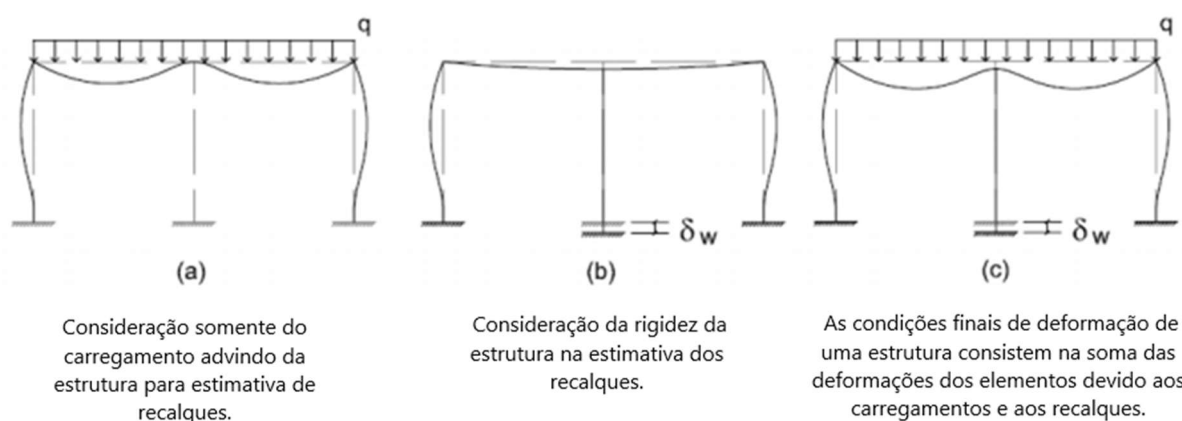


Figura 2- Interação solo-estrutura
Fonte: SAVARIS, 2008

A interação solo-estrutura é normalmente desprezada durante a elaboração de projetos, devido a consideração de apoios indeslocáveis pelo projetista estrutural e das cargas geradas nesses apoios que são consideradas para o projeto de fundação com as características do solo, sendo assim desconsideradas as aplicações de cargas durante a construção e desprezada a influência da rigidez da estrutura (PRELLWITZ, 2015).

Gusmão e Calado Jr. (2002) elaboraram uma tabela (Tabela 2) com a especificação das contribuições de cada elemento da construção na carga total do edifício, porém essas cargas não consideram o efeito da redistribuição devido aos recalques.

Tabela 2- Contribuições de cada elemento da construção

Elemento contribuinte	Carregamento Parcial (%)
Estrutura de concreto armado	40
Alvenarias	20
Revestimento externo	7,5
Revestimento interno	7,5
Pisos	10
Sobrecargas	15
TOTAL	100

Fonte: GUSMÃO e CALADO JR. (2002)

A interação solo-estrutura gera uma redistribuição dos esforços nos elementos estruturais principalmente nos carregamentos relativos aos pilares, sendo essa redistribuição dependente da rigidez relativa solo-estrutura e da deformada dos recalques. Uma compatibilização das deformações do sistema solo-estrutura, que depende da rigidez desse, ocasiona uma uniformização dos deslocamentos dos elementos de fundação, reduzindo assim distorções angulares e surgimento de problemas na estrutura relativos a essas distorções (PRELLWITZ, 2015).

Durante a construção da edificação são ocasionados recalques das fundações que tendem a se uniformizar conforme o aumento do número de pavimentos, como consequência do aumento da rigidez da estrutura que não cresce linearmente com elevação da edificação (Figura 3) percebendo-se maior influência nos primeiros pavimentos (GUSMÃO; GUSMÃO FILHO, 1994)

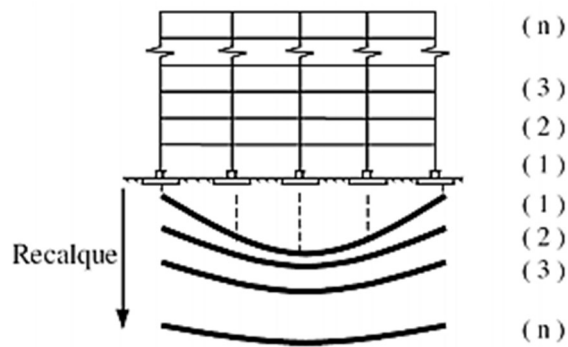


Figura 3-Efeitos da construção de pavimentos
Fonte: GUSMÃO; GUSMÃO FILHO (1994)

GUSMÃO (1994) define dois parâmetros: fator de recalque absoluto (AR) e fator de recalque diferencial (DR):

Fator de recalque absoluto:

$$AR = \delta_i / \delta_m \quad \text{Equação 1}$$

Fator de recalque diferencial:

$$DR = (\delta_i - \delta_m) / \delta_m \quad \text{Equação 2}$$

Onde δ_i é o recalque absoluto do apoio i e δ_m é o recalque absoluto medido.

Para $AR > 1$ o recalque absoluto estimado convencionalmente tende a ser maior que o recalque absoluto medido e para $AR < 1$ ele tende a ser menor que o medido. O autor faz a comparação de resultados estimados convencionalmente e os medidos em campo (considerando a rigidez da estrutura) com o uso dos parâmetros para três edifícios e prova que a consideração dos efeitos solo-estrutura tende a uniformizar os recalques de suas fundações, como pode ser observado na Figura 4 (GUSMÃO, 1994).

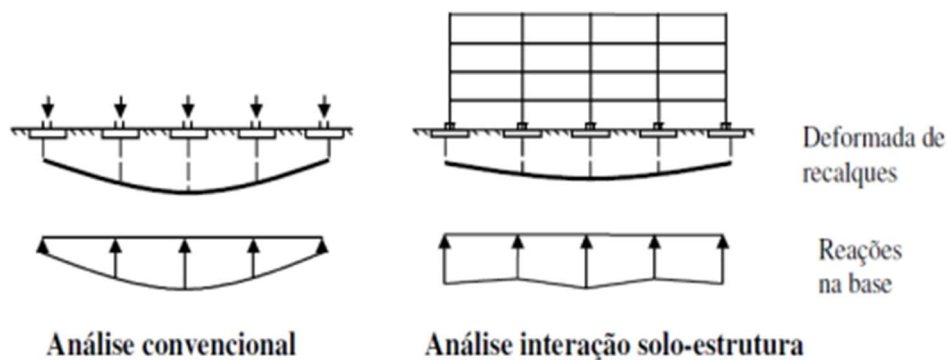


Figura 4- Efeitos da interação solo-estrutura
Fonte: GUSMÃO, 1994

As cargas atuantes nos pilares podem ser determinadas através da medição da deformação dos pilares com a aplicação de conceitos da resistência dos materiais para determinação de cargas ou pela medição de recalques com o auxílio de programas computacionais que realiza a análise estrutural onde os recalques estimados ou medidos são aplicados como deslocamentos dos apoios. Quando ocorre uma uniformização nos deslocamentos dos elementos de fundação e uma consequente redução nas distorções angulares, nos pilares mais carregados os recalques medidos serão menores que os estimados devido ao alívio de carga pela redistribuição e para os pilares menos carregados os medidos serão superiores aos estimados (PRELLWITZ, 2015).

Iwamoto (2000) fez a análise de um edifício composto por 15 pavimentos e verificou que a rigidez da estrutura, quando considerada, contribui para diminuir recalques diferenciais e distorções angulares e que os esforços provenientes da interação solo- estrutura são maiores nos pavimentos mais baixos e podem se propagar para os mais altos dependendo da rigidez relativa estrutura-solo.

Com relação a edificações vizinhas Reis (2000) mostra por meio da análise de resultados que os recalques são maiores quando considerados um grupo de edifícios do que quando considerado apenas um bloco isolado, provando a influência de um bloco sobre o outro.

Durante a elaboração de projetos essa interação solo-estrutura é desconsiderada e são admitidas algumas simplificações. Algumas simplificações e suas consequências foram listadas por Gusmão (2006) na Tabela 3.

Portanto, observa-se uma necessidade da consideração dos efeitos da interação solo-estrutura durante a elaboração de projetos, de forma que se possa minimizar danos futuros a edificação.

Tabela 3- Consequências das hipóteses de projeto em relação à Interação solo-estrutura

Hipótese de projeto	Consequência na edificação
Apoios são considerados indeslocáveis.	Redistribuição de cargas e esforços nos elementos estruturais, especialmente vigas e pilares.
	Alívio de carga nos pilares mais carregados e sobrecarga nos pilares menos carregados.
	Pode haver danos nos elementos estruturais.
Apoios podem recalcar de maneira independente uns dos outros.	A ligação entre os elementos estruturais confere à estrutura uma rigidez, que restringe os recalques diferenciais.
	A deformada de recalques medida é mais suave que a estimada convencionalmente.
	Há uma tendência de uniformização dos recalques.
O carregamento do prédio só ocorre ao final da sua construção	À medida que a estrutura vai sendo construída, vai havendo um aumento do seu carregamento e dos recalques absolutos.
	Há, no entanto, um aumento da rigidez da estrutura, que faz com que haja uma tendência de uniformização dos recalques.
	Há uma altura limite, correspondente aos cinco primeiros pavimentos, em que praticamente não há mais aumento da rigidez para fins de uniformização dos recalques.

Fonte: GUSMÃO, 2006

2.3 RECALQUES

O solo é formado por partículas sólidas, líquidos e vazios preenchidos por ar e quando submetidos á carregamentos, dependendo de como essas partes do solo estão arranjadas, as tensões em seu interior se alteram, surgindo assim deformações. Assim recalques são deslocamentos verticais ocorridos nas fundações (SAVARIS, 2008).

Os recalques podem ser absolutos ou diferenciais, o primeiro está relacionado ao deslocamento da fundação no momento do carregamento e o segundo é a diferença entre recalques absolutos sofridos por duas fundações, esses últimos são os responsáveis por possíveis danos estéticos ou estruturais podendo levar a edificação á ruína (ALONSO, 1991).

Observa-se que o recalque de um elemento ocorre por meio de duas parcelas (Equação 3): o recalque imediato (δ_i), assim que aplicado o carregamento devido a deformação imediata do solo e o recalque no tempo (δ_t) devido ao adensamento e a fluência do solo (PRELLWITZ, 2015).

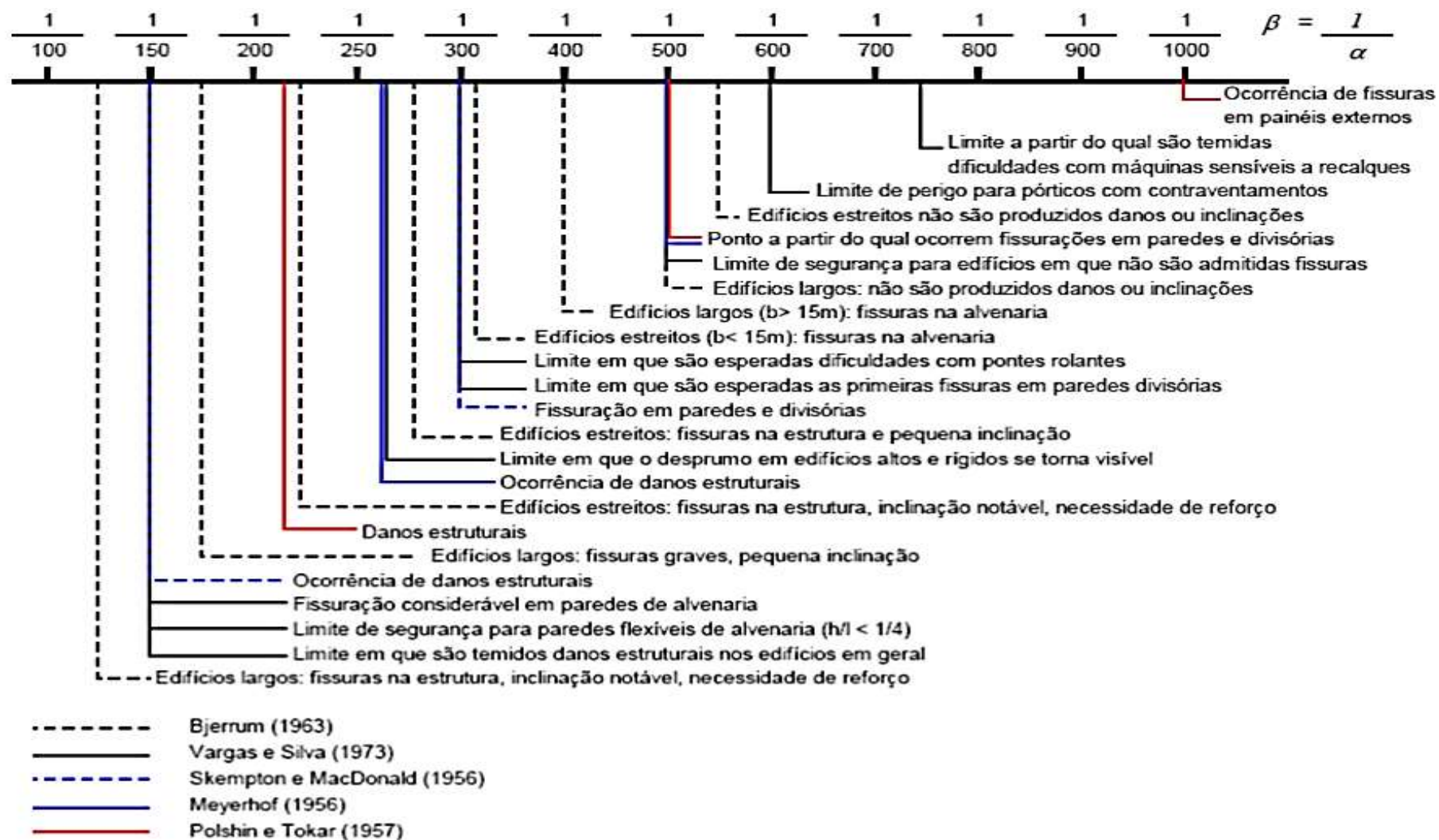


Figura 6- Distorções angulares e danos associados

Fonte: BARROS, 2005

A NBR 6122 (ABNT, 2010) determina que os deslocamentos máximos admissíveis devem ser determinados pelos projetistas envolvidos e que tensão admissível é aquela que provoca recalques que a edificação possa suportar sem causar danos.

Na teoria mesmo que ocorressem valores excessivos de recalques absolutos não causaria danos a estrutura desde que esses recalques fossem uniformes, porém na prática não é o que ocorre, pois se sabe que os recalques diferenciais ocorrem por excentricidade de carregamentos ou devido as condições heterogêneas do solo, assim limitando os valores dos recalques absolutos, que influenciam na distorção angular, limita-se os recalques diferenciais (BORGES; BUENO; SANTOS, 2011).

2.4 MONITORAMENTO DE RECALQUE

Uma forma de se avaliar o desempenho das fundações é através do monitoramento de recalques possibilitando a análise da interação solo estrutura. Através desse acompanhamento pode-se verificar o surgimento de recalques diferenciais que são prejudiciais a estrutura, pode-se também obter informações a respeito das influencias de edificações ou obras da vizinhança, ou seja verificar o comportamento do solo e conseqüentemente da estrutura quando variadas as condições de carregamento.

As práticas de monitoramento de recalques vêm tendo um uso de caráter emergencial, visto que, apesar da sua importância, só está sendo realizada quando observa-se algum tipo de patologia na edificação, como trincas e rachaduras, para viabilizar a tomada de providências, desta forma não se tem uma análise do comportamento da fundação desde o princípio, apenas os recalques diante a primeira medição no estado em que a edificação se encontra no aparecimentos dos danos. Esses danos a estrutura, causados pela movimentação da fundação, podem ser apenas estéticos como trincas e rachaduras que não acarretem problemas estruturais, podem ser prejudiciais a funcionalidade do edifício necessitando de reforços de fundação ou estrutura ou podem ser estruturais que colocam em risco a segurança (BORGES; BUENO; SANTOS, 2011).

É importante manter um acompanhamento da evolução de recalques ao longo de toda sua construção para que se possa caracterizar os efeitos devido ao aumento de carregamento durante todas as fases da obra.

Os instrumentos normalmente utilizados para as medições de recalques são o nível

óptico de precisão e o nível d'água. A instalação e manuseio de equipamentos adequados são de extrema importância para geração de dados confiáveis de forma que possam ser utilizados na análise da estrutura.

As medições de recalque utilizando o nível d'água são baseadas no princípio dos vasos comunicantes, que diz que uma tubulação com ramos que se comunicam entre si quando cheia com líquido, o nível d'água nos ramos serão os mesmos quando comparados com uma linha imaginária horizontal, desde que possuam as mesmas condições atmosféricas e de temperatura. Dessa forma são instalados pinos de referência nos pilares (inicialmente nivelados com o marco de referência), onde será colocado um ramo da mangueira preenchida com água e o outro será colocado no marco de referência (Figura 7) e assim medido o recalque por meio de escalas graduadas fixadas junto aos pinos ou através de manômetros instalados na mangueira que medem a pressão da coluna d'água (SAVARIS, 2008).

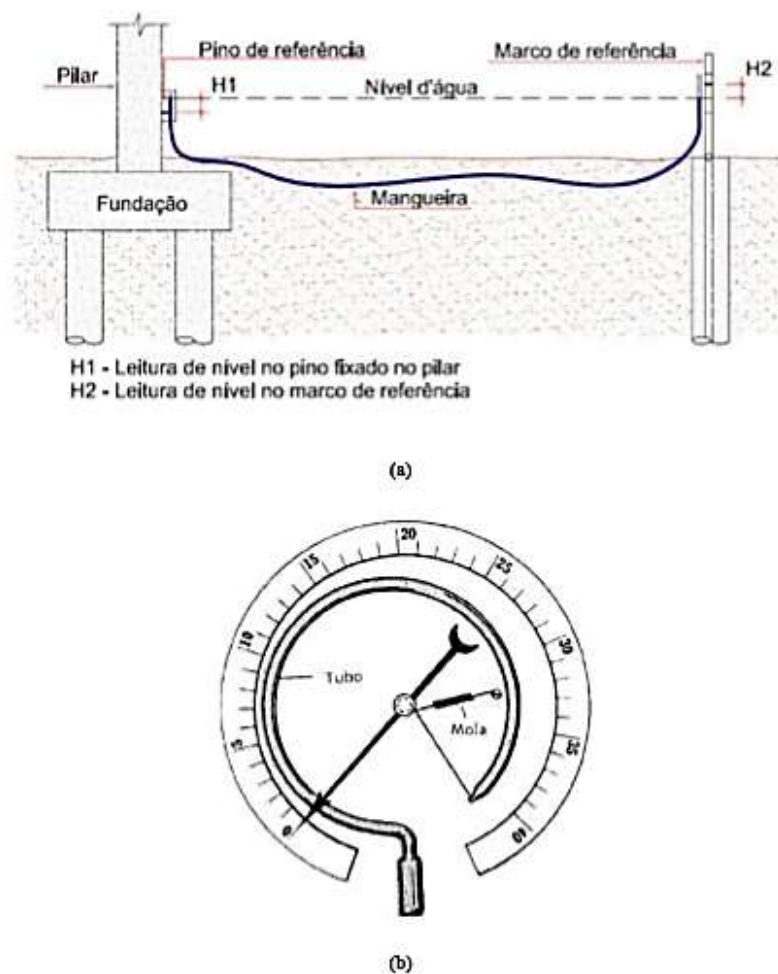


Figura 7- a) Nível de mangueira b) Manômetro de Bourbon
Fonte: SAVARIS, 2008

Na medição de recalque por meio do nivelamento geométrico (Figura 8), se verifica a diferença de nível entre dois pontos por meio de visadas horizontais e miras verticais posicionadas nos pontos que se deseja obter medidas. Primeiramente é instalado o nível óptico em local que seja possível a visualização dos pontos a serem medidos e posicionamento da mira para efetuar a leitura (SILVA, 2017).

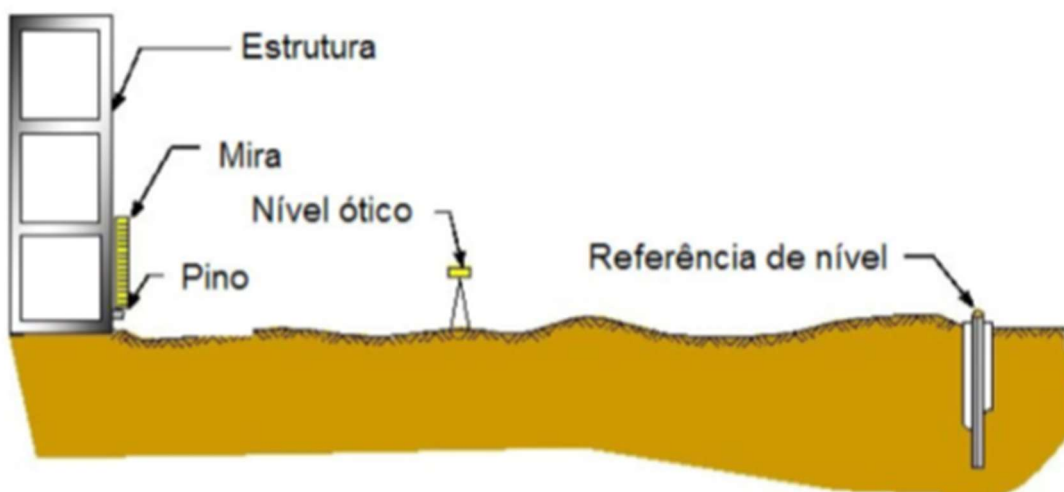


Figura 8- Medida de recalque com nivelamento óptico
Fonte: NETO, 2005

A NBR 6122 (ABNT, 2010) define que o desempenho das fundações devem ser verificados pelo menos pelo monitoramento de recalques nos casos de: estruturas cujas cargas variáveis sejam significativa em relação às cargas totais (como em solos e reservatórios), estruturas com mais de 60 metros de altura do térreo até a laje de cobertura do ultimo piso habitável, estruturas que possuam relação altura/largura (ou menor dimensão) superior a 4 e para execução de estruturas ou fundações não convencionais.

2.5 MÉTODO AOKI & LOPES

O método de estimativa de recalques proposto por Aoki & Lopes (1975) utiliza uma integração numérica dos recalques devidos a cargas pontuais que são obtidas por meio da discretização (como cargas concentradas) das forças atuantes no fuste e na base da estaca. Assim, esse método possibilita o cálculo dessa estimativa em estacas de seções circulares ou retangulares, sem levar em consideração o bloco de coroamento. Os recalques são obtidos através da solução de Mindlin (1936) onde os recalques induzidos por cada elemento (carga concentrada) são calculados para um ponto escolhido e superpostos.

$$\delta_s = \sum_{n=1}^{N_{estacas}} \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \delta_{i,j} + \sum_{n=1}^{N_{estacas}} \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N3} \delta_{i,k}$$

Equação 5

Onde N1 é o parâmetro de divisões da circunferência, N2 é o parâmetro de divisões do raio da base e N3 o parâmetro de divisões do fuste; $\delta_{i,j}$ representa o recalque na base da estaca devido a carga pontual $P_{i,j}$ e $\delta_{i,k}$ é o recalque devido a uma carga $P_{i,k}$ atuantes no fuste da estaca. A solução de Mindlin (1936) possibilita o cálculo do recalque imediato considerando meio analisado como semi-infinito (Figura 9), homogêneo, isotrópico, elástico e linear.

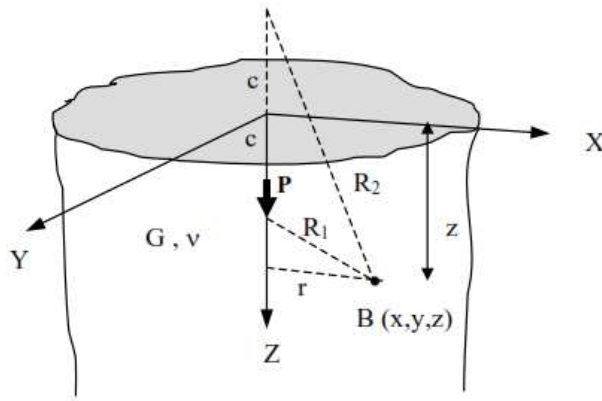


Figura 9 – Meio elástico semi- infinito
Fonte: SOUZA, 2019

Assim segundo Mindlin (1936) o recalque imediato é calculado conforme as equações abaixo.

$$r_z = \frac{P}{16\pi G(1-\nu)} \left[\frac{3-4\nu}{R_1} + \frac{8(1-\nu)^2 - (3-4\nu)}{R_2} + \frac{(z-c)^2}{R_1^3} + \frac{(3-4\nu)(z+c)^2 - 2cz}{R_2^3} + \frac{6cz(z+c)^2}{R_2^5} \right]$$

Equação 6

Onde:

$$R_1 = \sqrt{r^2 + (z-c)^2}$$

Equação 7

$$R_2 = \sqrt{r^2 + (z+c)^2}$$

Equação 8

Onde ν é o coeficiente de Poisson, G é o módulo de elasticidade transversal do solo, P é a carga aplicada dentro do meio contínuo e $B(x,y,z)$ é o ponto em estudo.

3. METODOLOGIA

3.1. EDIFICAÇÃO MONITORADA

O edifício objeto de estudo deste trabalho é um residencial localizado no bairro Altiplano em João Pessoa – PB, formado por uma torre de múltiplos pavimentos, sendo 27 pavimentos tipos, com dois apartamentos por andar, 2 níveis de subsolo destinado ao estacionamento do veículos dos moradores, e um mezanino contendo espaço kids, salão de festas, salão de jogos e academia. Na Figura 10, podemos ver a planta baixa dos pavimentos tipos e na Figura 11 sua elevação.



Figura 10- Planta baixa do pavimento tipo
Fonte: Autor



Figura 11- Elevação da edificação estudada
Fonte: Autor

A edificação em estudo situa-se numa parte alta da cidade, em cima da formação sedimentar Barreiras com sotoposição de calcáreos e arenitos, a qual ocorre em todas as capitais do nordeste.

A formação superficial é preponderantemente arenosa fina e fofa com presença de silte, nas camadas mais abaixo há a ocorrência de lateritas que apresentam grande concentração de ferro e alumínio. Apresentando em geral aumento da resistencia SPT (Standard Penetration Test) conforme vai aumentando a profundidade, além da ausência do nível de água.

Foram realizadas duas sondagens no terreno, a primeira realizada em 2014 e constituída por sete furos do ensaio SPT seguindo os critérios da NBR 6484/2001 – Sondagem de simples reconhecimento com SPT e a segunda em 2017 composta por um furo. O resultado desses ensaios se encontram no Anexo 1 deste trabalho.

A fundação utilizada foram estacas escavadas com diâmetros variando entre 60 a 80 cm e comprimentos variados e blocos de coroamento. Essas estão distribuídas em grupos conforme Figura 12. Na Figura 13 foi representado o perfil do solo e o posicionamento da estaca de 12m de comprimento, onde pode-se observar que a ponta da estaca está na camada de solo composta por areia média siltosa, com pedregulho e muito compactada.

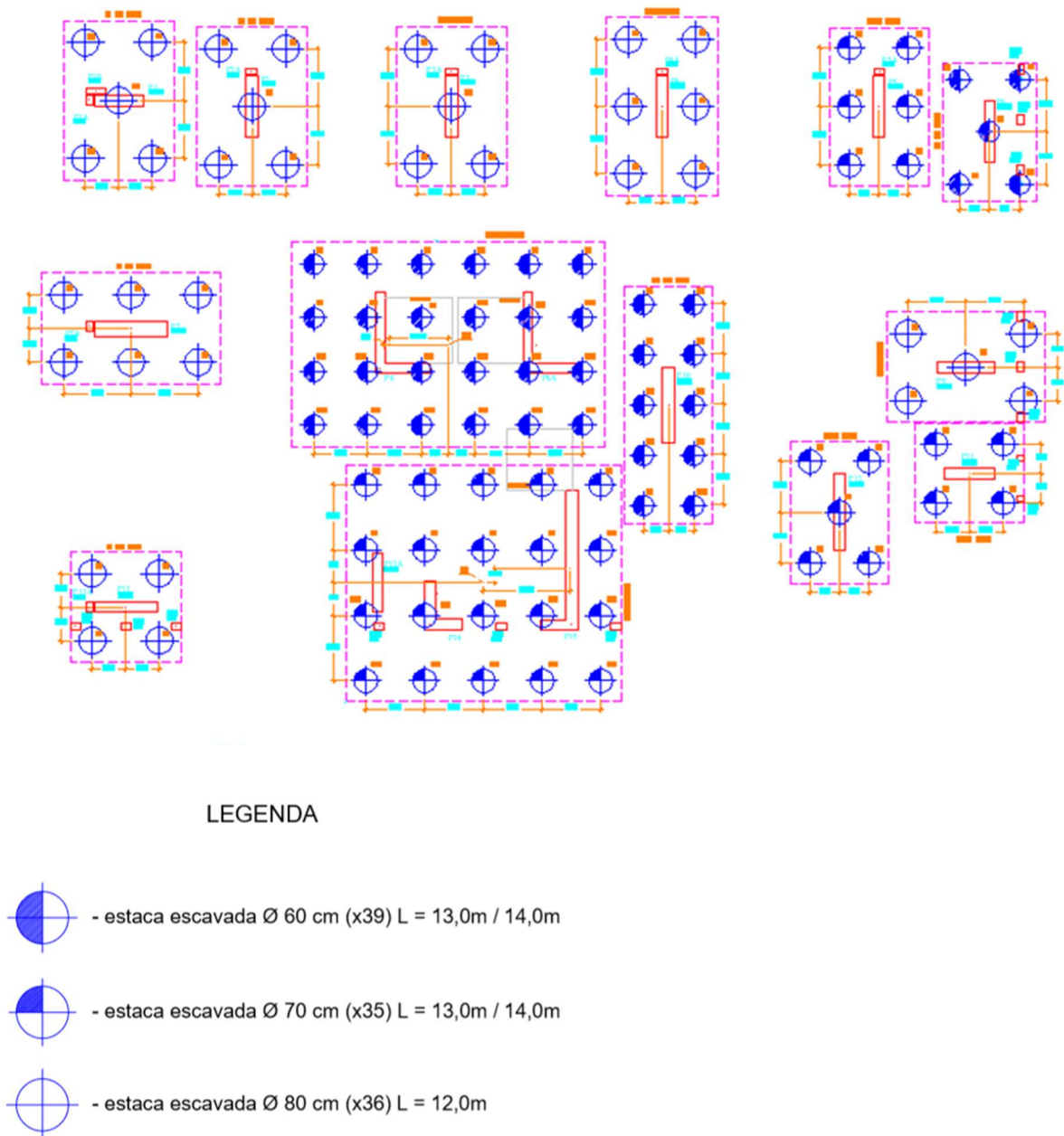


Figura 12 – Planta das Fundações
Fonte: Autor

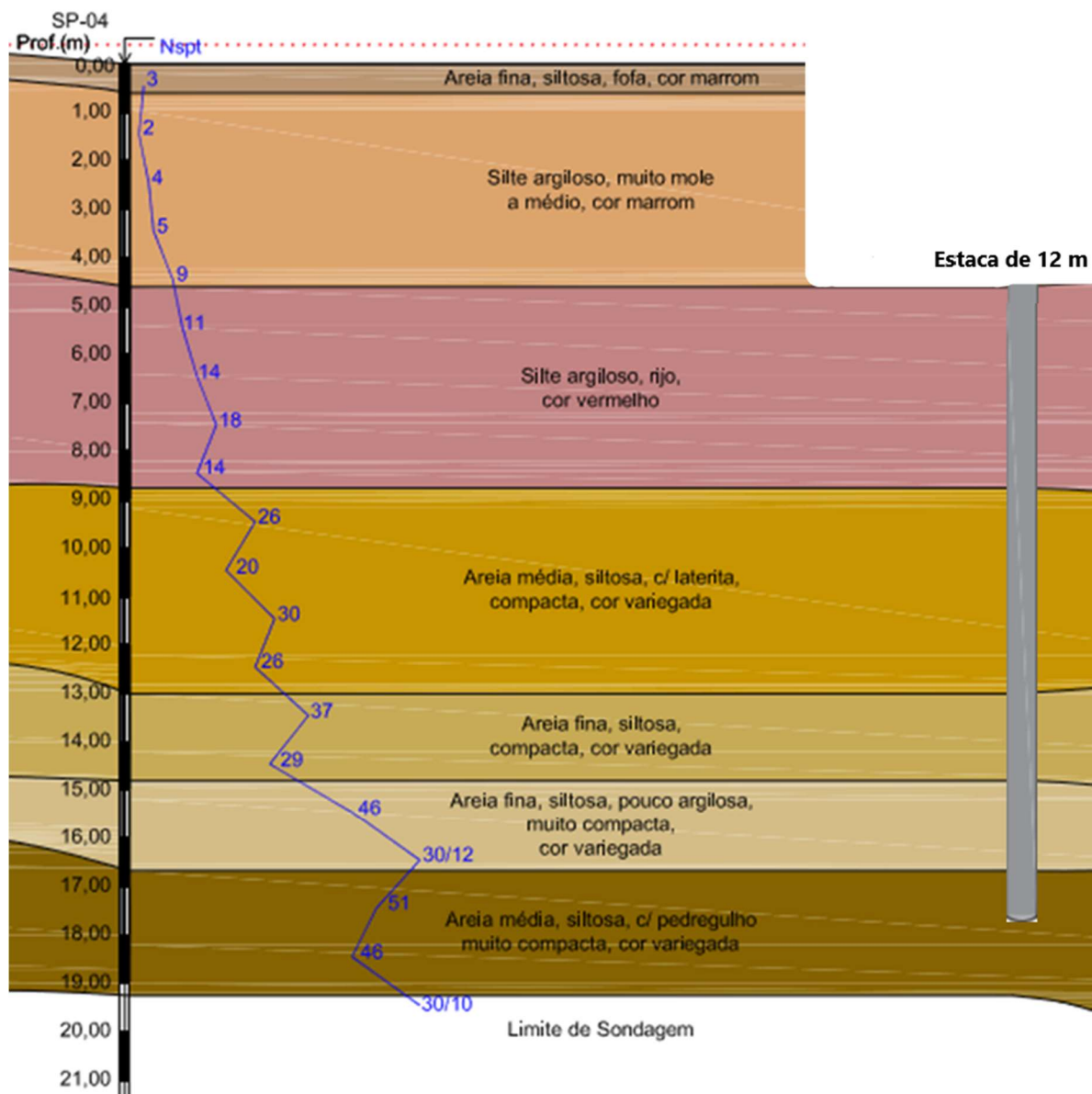


Figura 13 – Perfil do solo e posicionamento de uma das estacas do P13

Fonte: Autor

3.2. REFERÊNCIA DE NÍVEL

Para realização dessa medição é necessário uma referência de nível indeslocável (Bench-Mark), a qual não pode sofrer influências, portanto é instalada uma barra de aço em camadas profundas do solo e em uma localização que tenha menor influência da obra e protegida por um tubo para separá-lo de eventuais movimentações do terreno. Na Figura 14 pode-se observar um esquema da instalação. A instalação do Bench mark é ilustrada na Figura 15 e seu posicionamento na Figura 16.

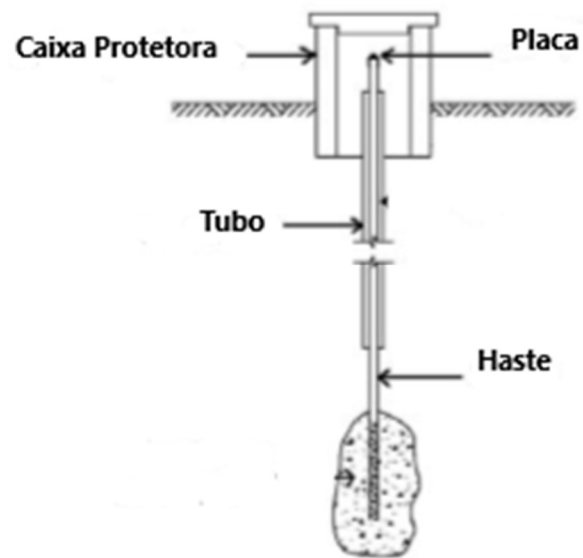


Figura 14- Bench mark
Fonte: Adaptada, PETROBRAS, 2005



Figura 15- Instalação do Bench mark
Fonte: Autor

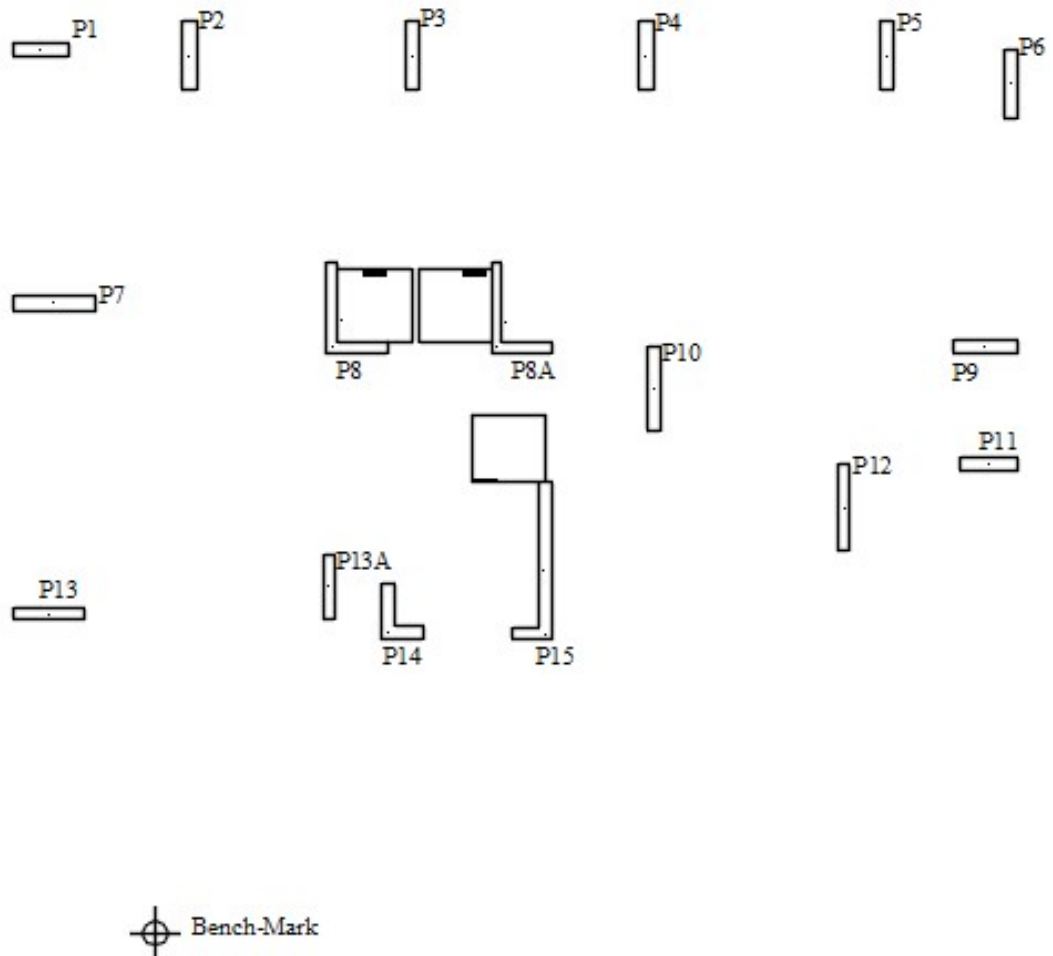


Figura 16- Posicionamento do bench mark
Fonte: Autor

Ao fim da instalação da barra de aço foi construída uma caixa de proteção em alvenaria e fixada a placa com 10 centímetros de comprimento e de largura (Figura 17) para apoio da mira durante a realização das medições.



Figura 17- Acabamento da instalação do Bench mark
Fonte: Autor

3.3. PINOS DE REFERÊNCIA

Para realização do monitoramento de recalque foram instalados os pinos de referência engastados em todos os pilares monitorados. O primeiro passo para fixação dos pinos foi a instalação de parafusos do tipo parabolt de 3/8", ilustrado na Figura 18 e o procedimento da instalação na Figura 19.



Figura 18- Parafuso Parabolts 3/8"
Fonte: IPABRAC, 2019



Figura 19- Instalação do Parabolt
Fonte: IPABRAC, 2019

Para realização das medições, em cada furo, foram retirados os parafusos e colocado o pino de referência (Figura 20) que possibilita o posicionamento da mira graduada de forma estável e igualitária para todos os pilares. O posicionamento do pino é demonstrado na Figura 21.



Figura 20- Pino de referência
Fonte: Autor



Figura 21- Posicionamento dos pinos nos pilares
Fonte: Autor

3.4. MEDIÇÃO DE RECALQUES

As medições foram realizadas por meio do nivelamento geométrico. Foi utilizado o nível ótico a laser (Figura 22) e a mira graduada (Figura 23). O procedimento foi o seguinte:

- Posicionamento do nível a laser de forma que tornasse possível a leitura do nível do bench mark e do maior número de pilares;

- Locação da mira graduada em cima da placa da extremidade do bench mark (Figura 24) e realizada a leitura do seu nível;
- Colocação do pino de referência no pilar, posicionamento da mira apoiada em cima do pino e efetuada a leitura do seu nível, esse procedimento foi realizado para todos os pilares monitorados;
- Marcação um ponto de referência para transferência do nível, para tornar possível a medição dos demais pilares, mantido o nível do bench medido inicialmente;
- Mudança de posição do nível e medição dos demais pilares (Figura 25).



Figura 22- Nível a laser

Fonte: Autor

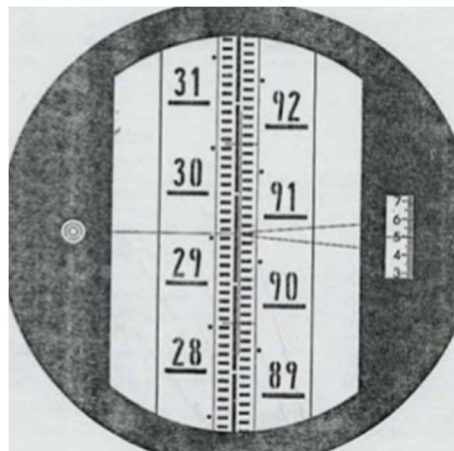


Figura 23- Graduação da mira

Fonte: NETO, 2005



Figura 24- Posicionamento da mira graduada no bench mark
Fonte: Autor

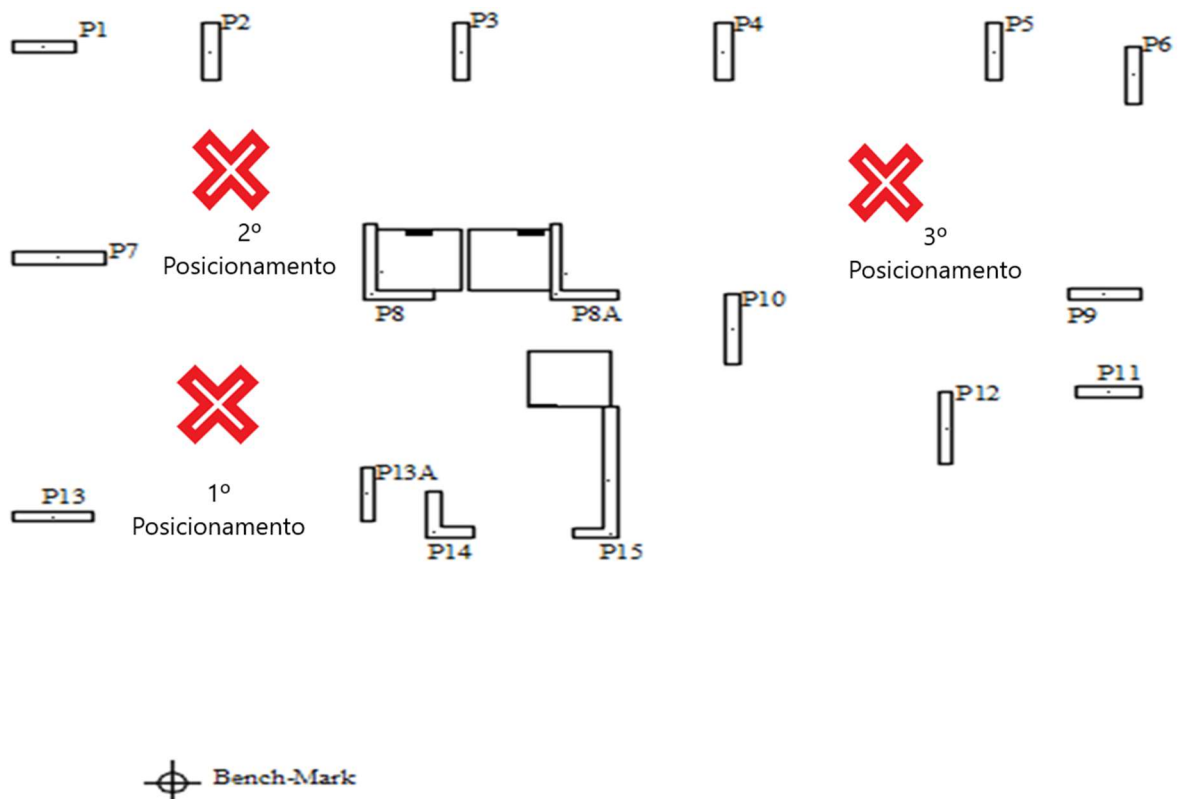


Figura 25 – Posicionamento do nível a laser
Fonte: Autor

3.5. PERÍODO DE MEDIÇÃO

Os recalques foram medidos no período de junho de 2018 a abril de 2019, foram efetuadas oito medições e as datas de cada medição são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4- Datas das medições

Medições	Data	Nº de lajes
1ª Medição	09/06/2018	8
2ª Medição	27/07/2018	13
3ª Medição	06/09/2018	16
4ª Medição	02/10/2018	18
5ª Medição	14/02/2019	22
6ª Medição	28/02/2019	23
7ª Medição	19/03/2019	25
8ª Medição	03/04/2019	26

Fonte: Autor

As Figuras 26-33 mostram a evolução da obra durante o período de medições. O objetivo era realizar medições após cada concretagem de laje, porém não foi possível devido ao armazenamento de materiais durante algumas fases da obra que impossibilitavam a visibilidade dos pinos de referência.



Figura 26- 1ª Medição
Fonte: Autor

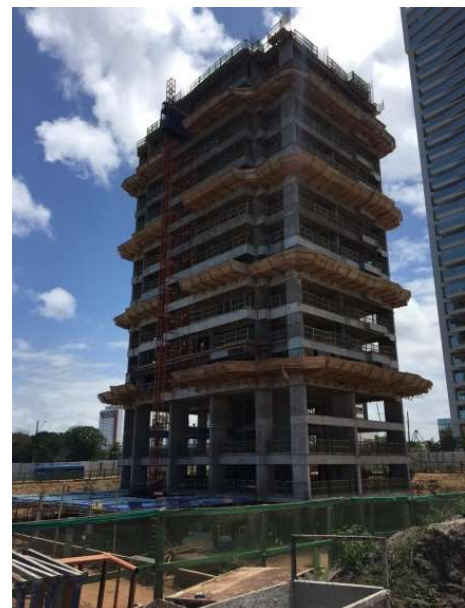


Figura 27- 2ª Medição
Fonte: Autor



Figura 28- 3ª Medição
Fonte: Autor



Figura 29- 4ª Medição
Fonte: Autor



Figura 30- 5ª Medição
Fonte: Autor



Figura 31- 6ª Medição
Fonte: Autor



Figura 32- 7ª Medição
Fonte: Autor



Figura 33- 8ª Medição
Fonte: Autor

4. RESULTADOS

Os Gráficos 1-17 mostram os recalques constatados a cada medição. Foram calculados e expostos nos gráficos os recalques totais, ou seja, os valores de cada medição foram comparados com os obtidos na primeira leitura. Na primeira leitura observam-se todos os valores iguais a zero, indica a leitura inicial no momento em que foram instalados os pinos de monitoramento. Já as discontinuidades em alguns gráficos indicam que na medição correspondente não foi possível realizar o monitoramento do pilar devido a estocagem de materiais causando um obstáculo à leitura. Os valores negativos presentes nas leituras indicam a acomodação da estrutura no maciço, havendo o levantamento da edificação e consequentemente dos pinos.

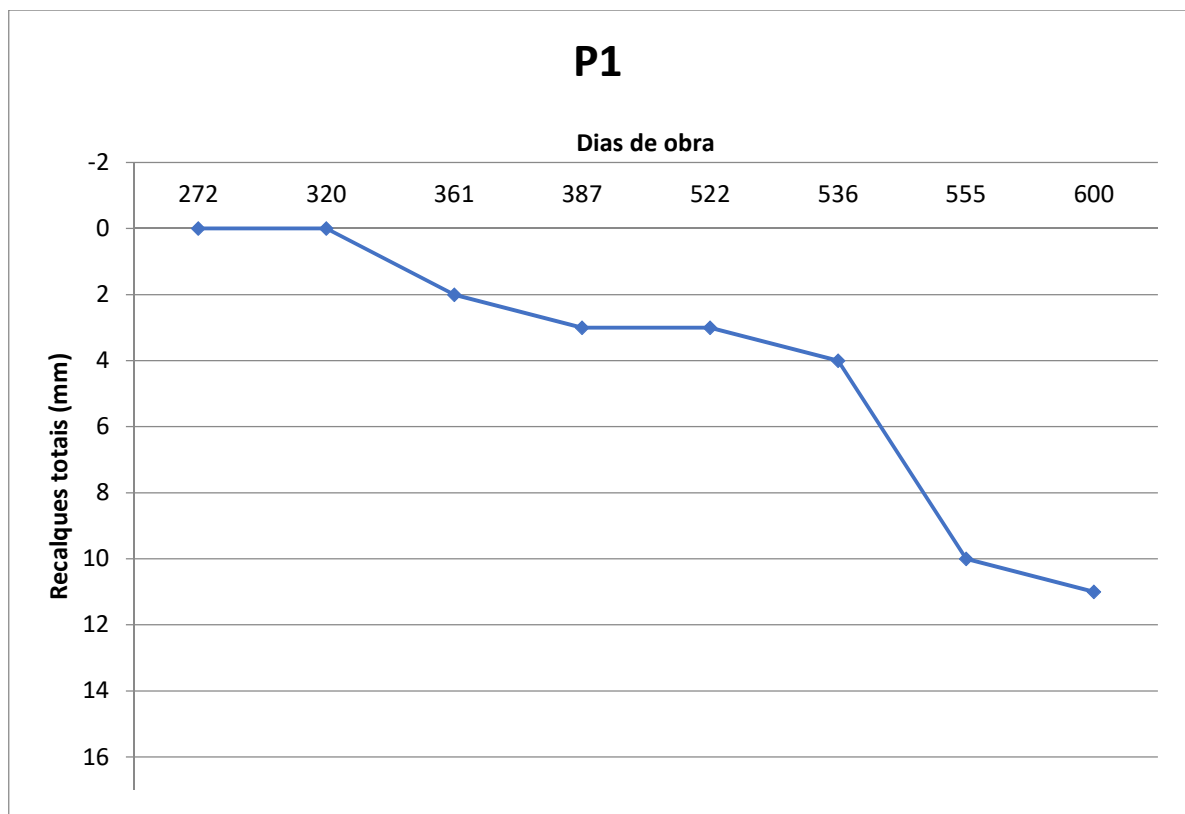


Gráfico 1- Recalques de P1
Fonte: Autor

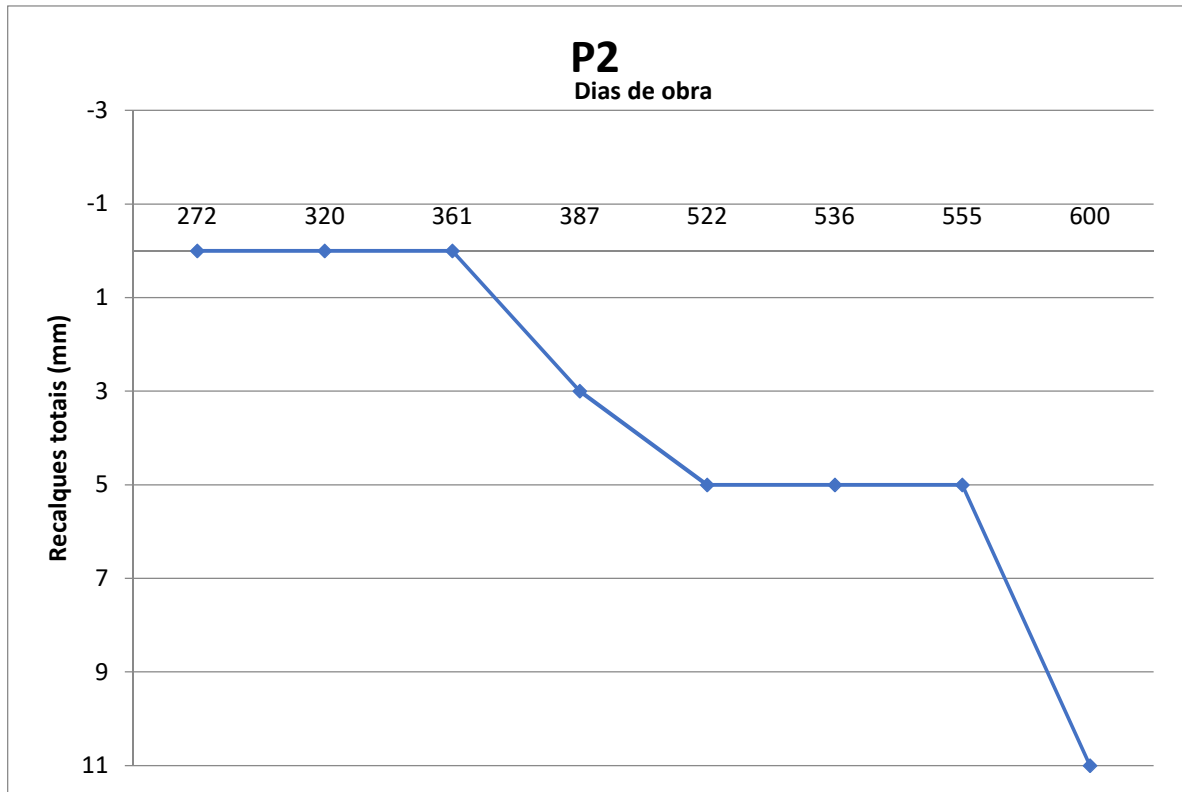


Gráfico 2- Recalques de P2
Fonte: Autor

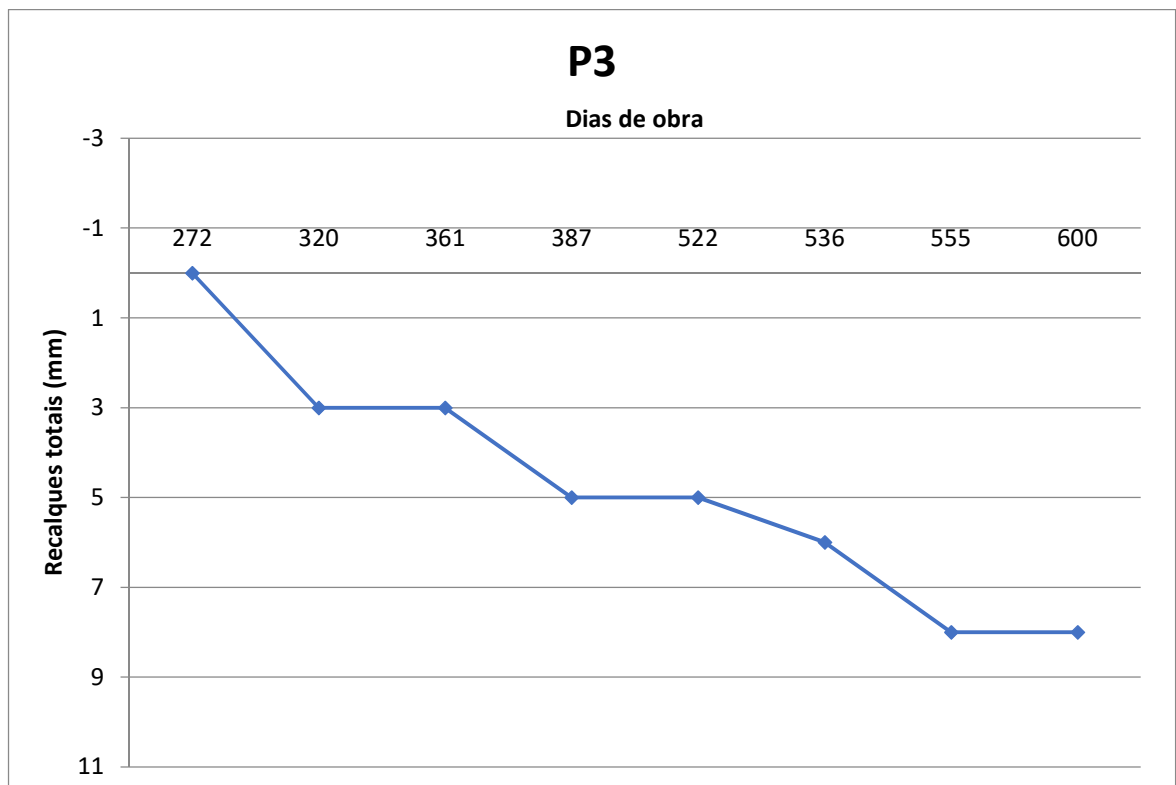


Gráfico 3- Recalques de P3
Fonte: Autor

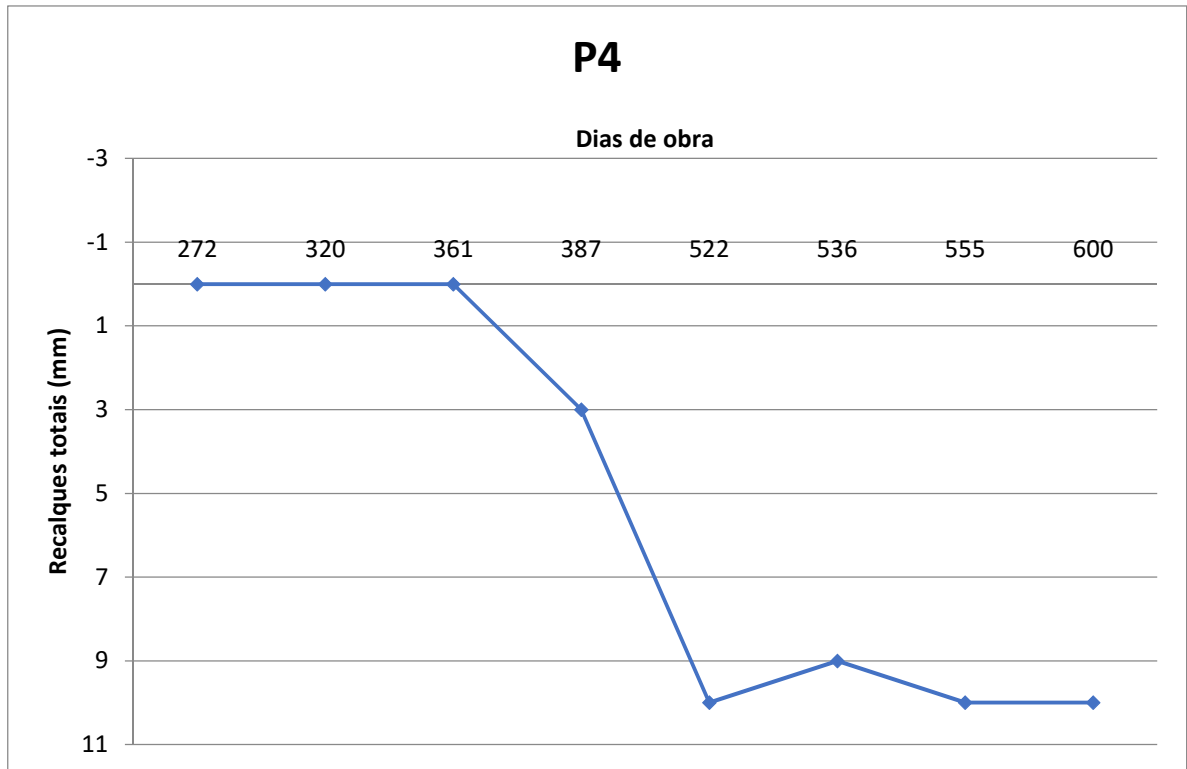


Gráfico 4- Recalques de P4
Fonte: Autor

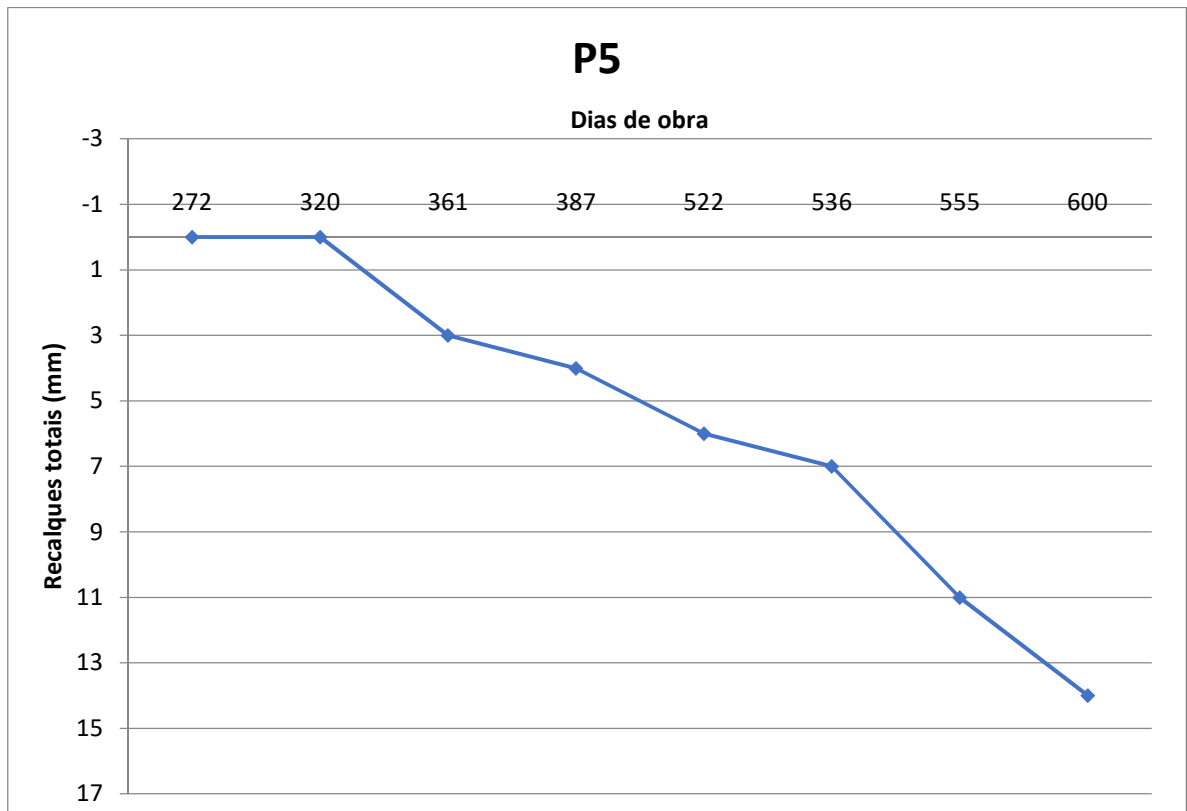


Gráfico 5- Recalques de P5
Fonte: Autor

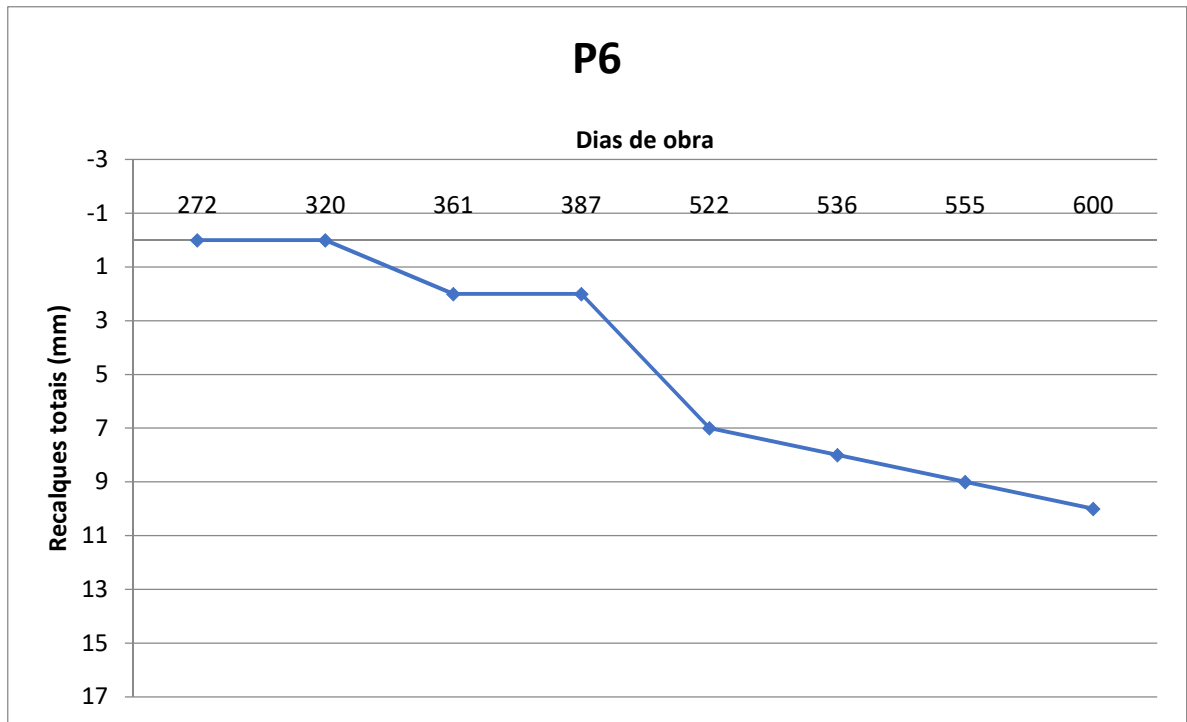


Gráfico 6- Recalques de P6
Fonte: Autor

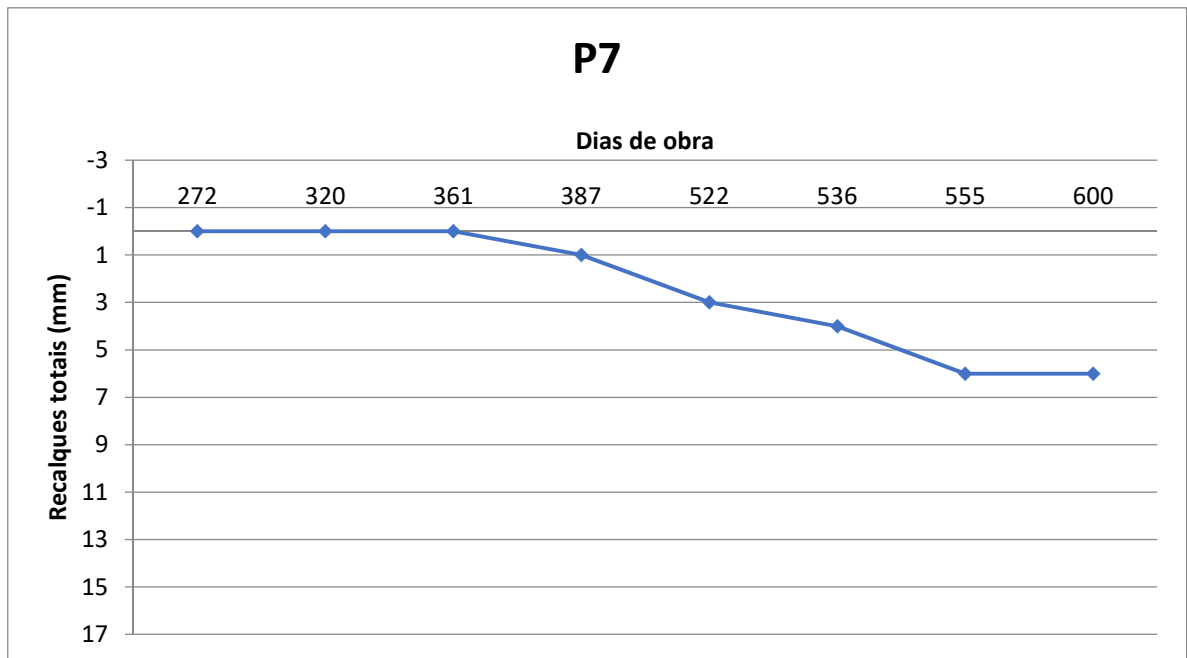


Gráfico 7- Recalques de P7
Fonte: Autor

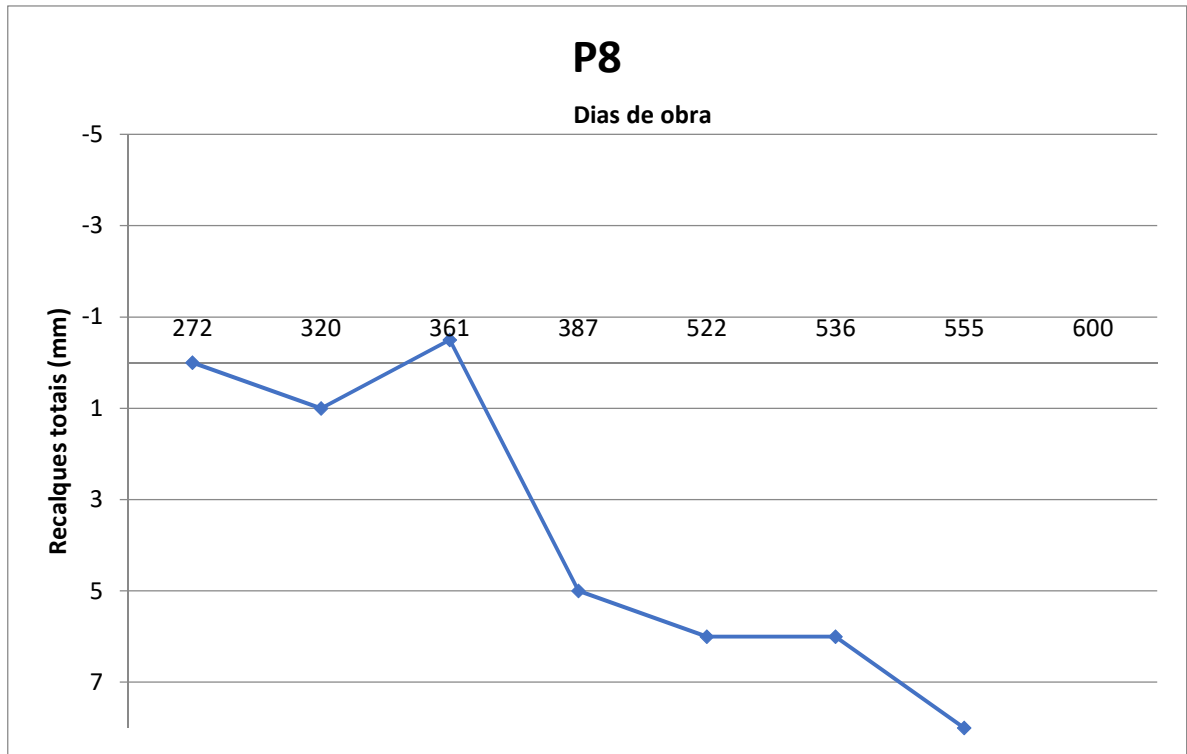


Gráfico 8- Recalques de P8
Fonte: Autor

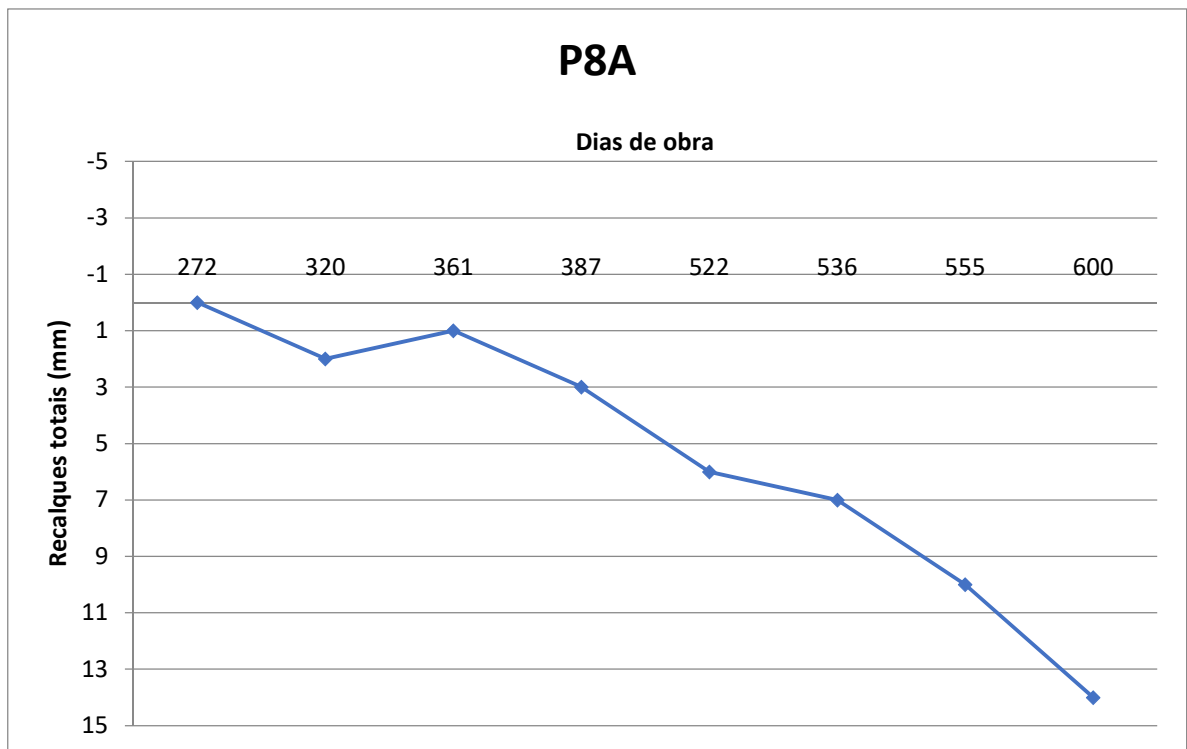


Gráfico 9- Recalques de P8A
Fonte: Autor

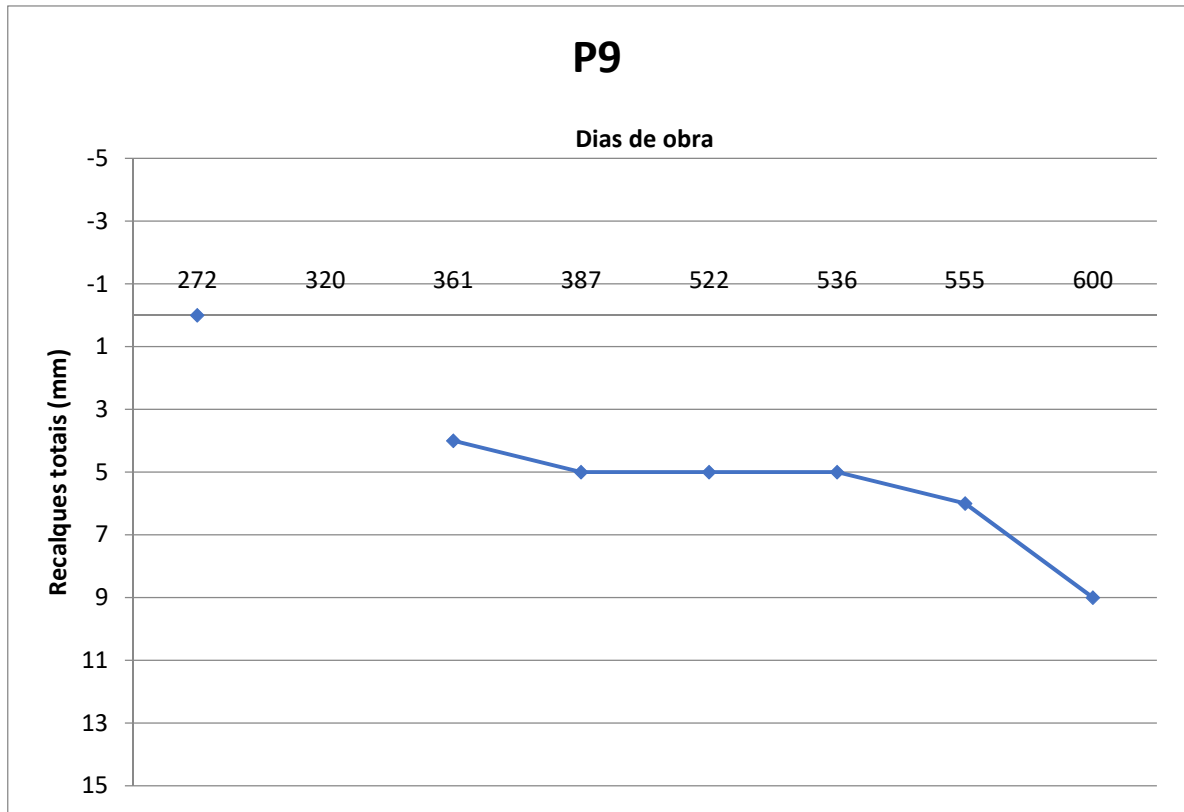


Gráfico 10- Recalques de P9
Fonte: Autor

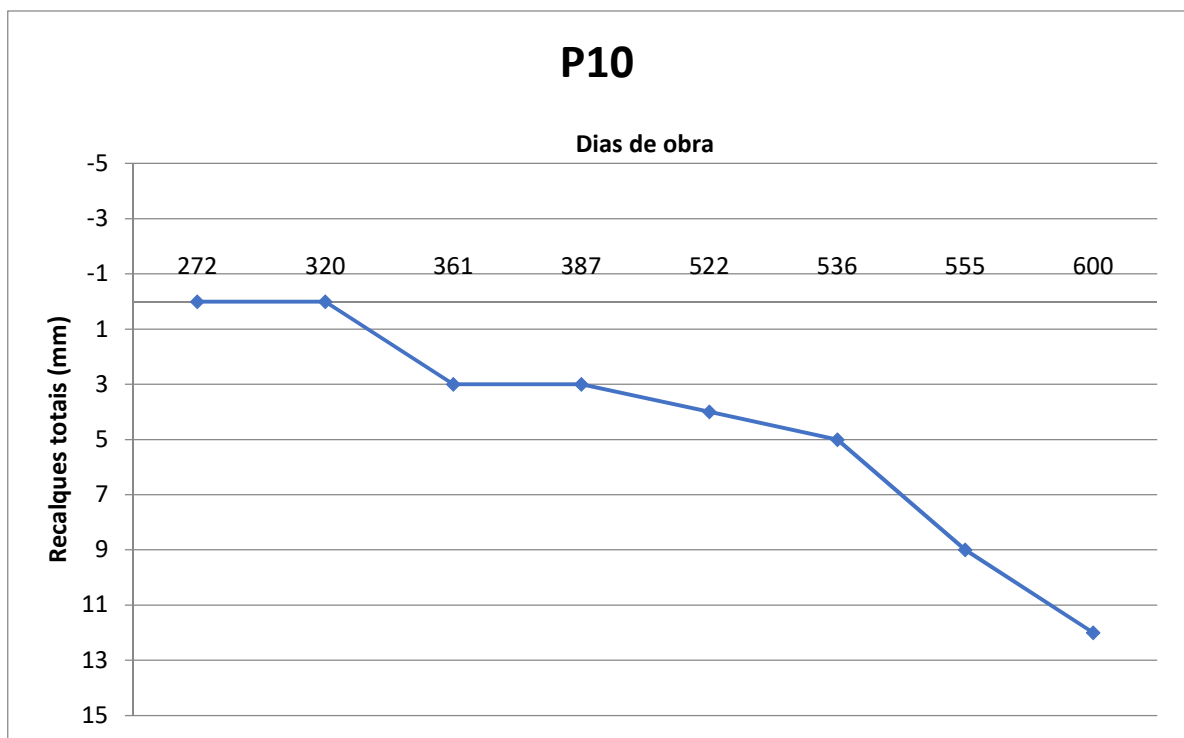


Gráfico 11- Recalques de P10
Fonte: Autor

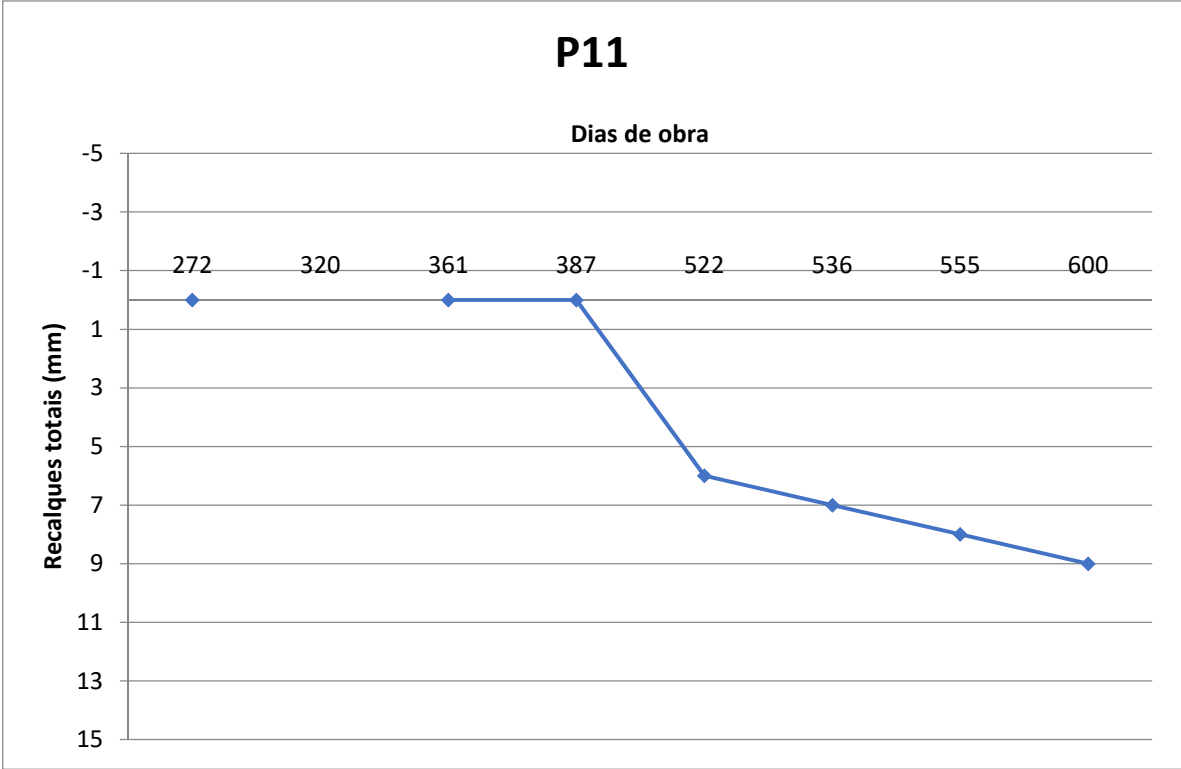


Gráfico 12- Recalques de P11
Fonte: Autor

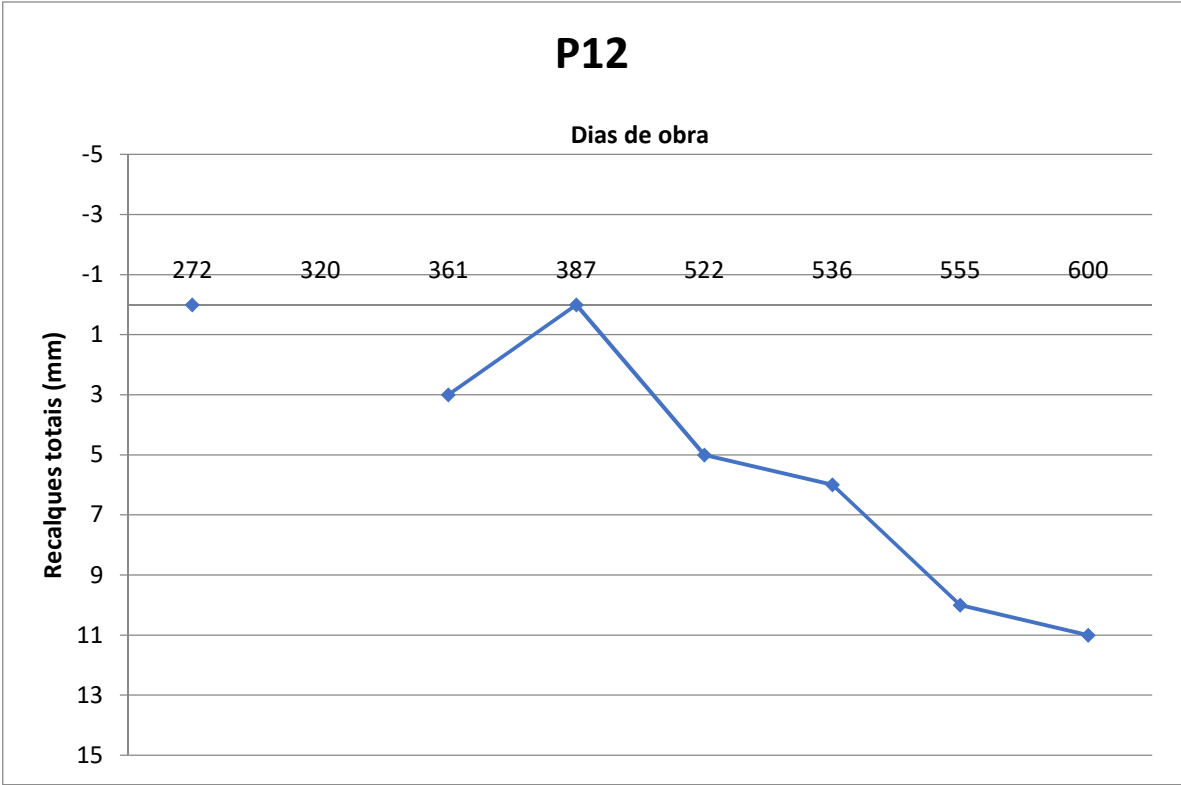


Gráfico 13- Recalques de P12
Fonte: Autor

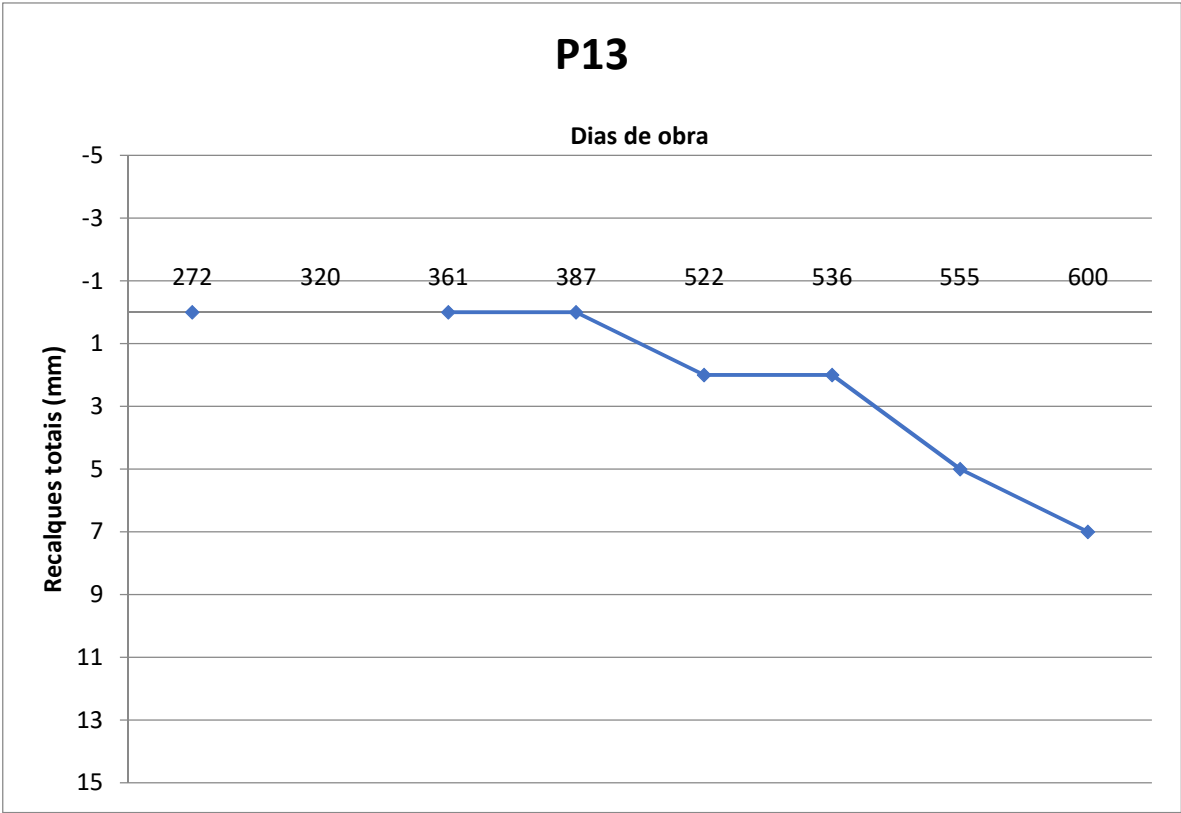


Gráfico 14- Recalques de P13
Fonte: Autor

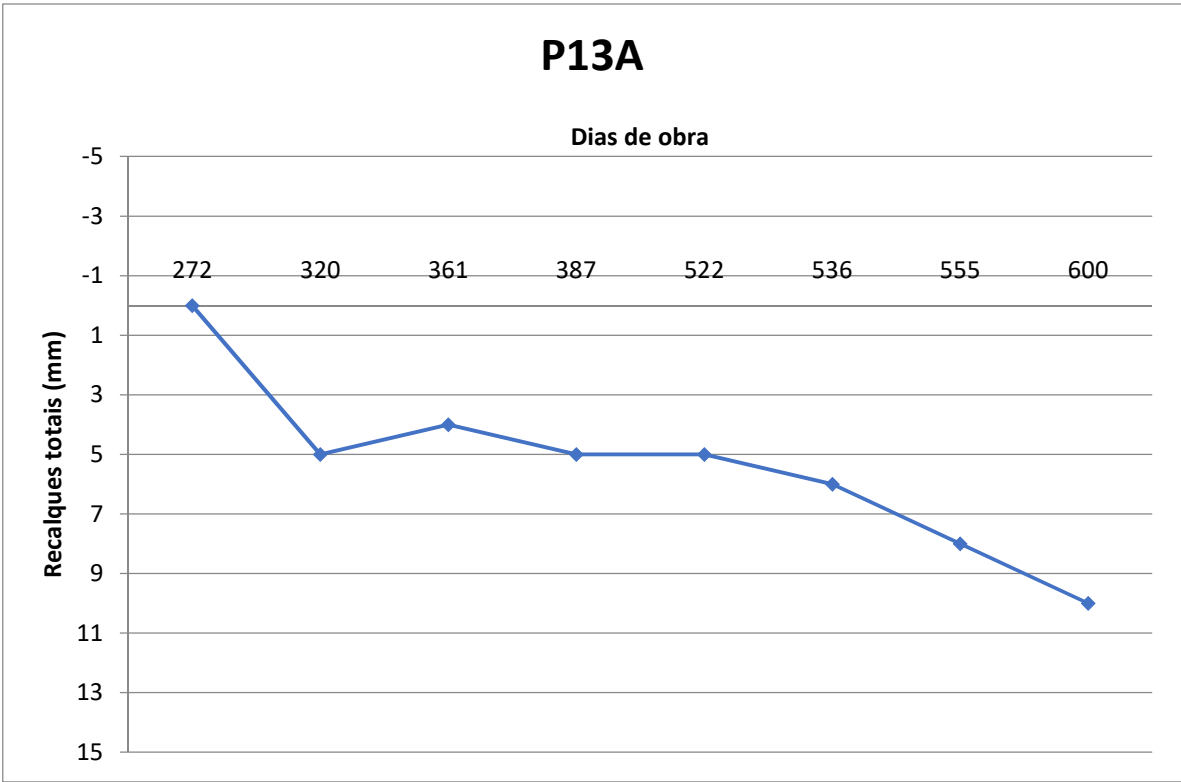


Gráfico 15- Recalques de P13A
Fonte: Autor

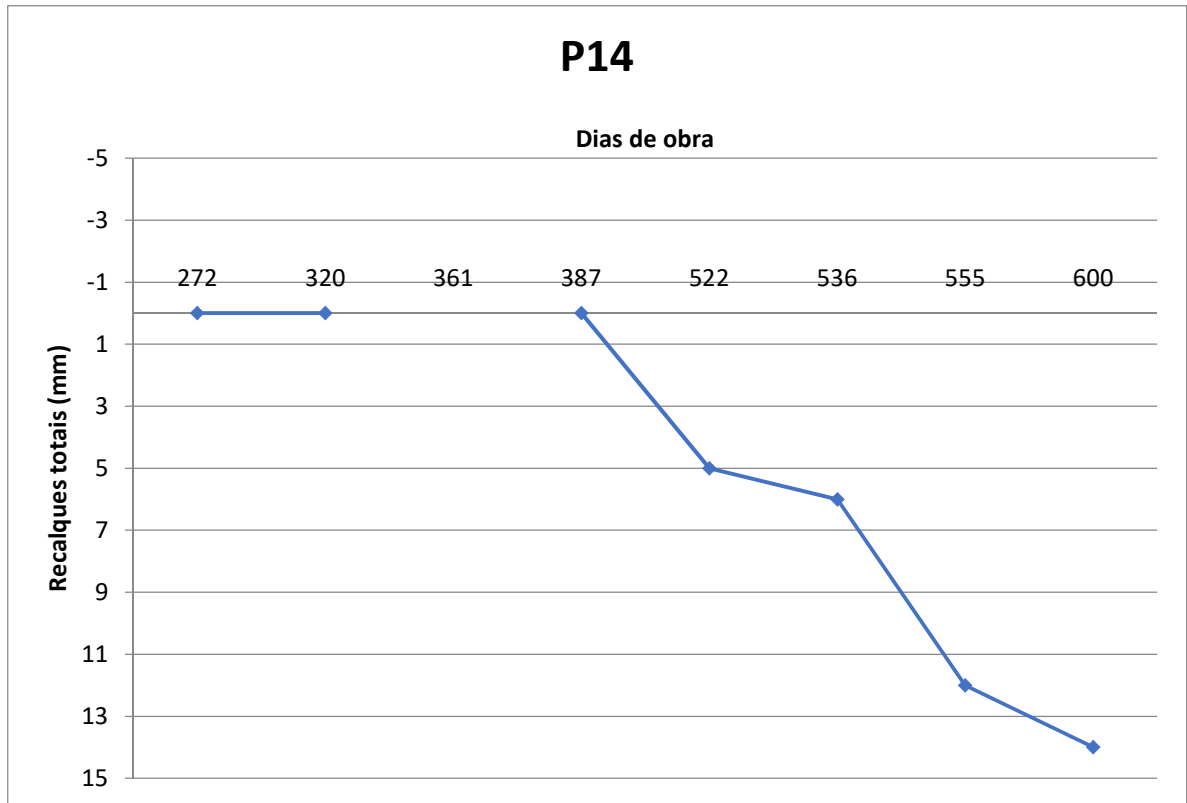


Gráfico 16- Recalques de P14
Fonte: Autor

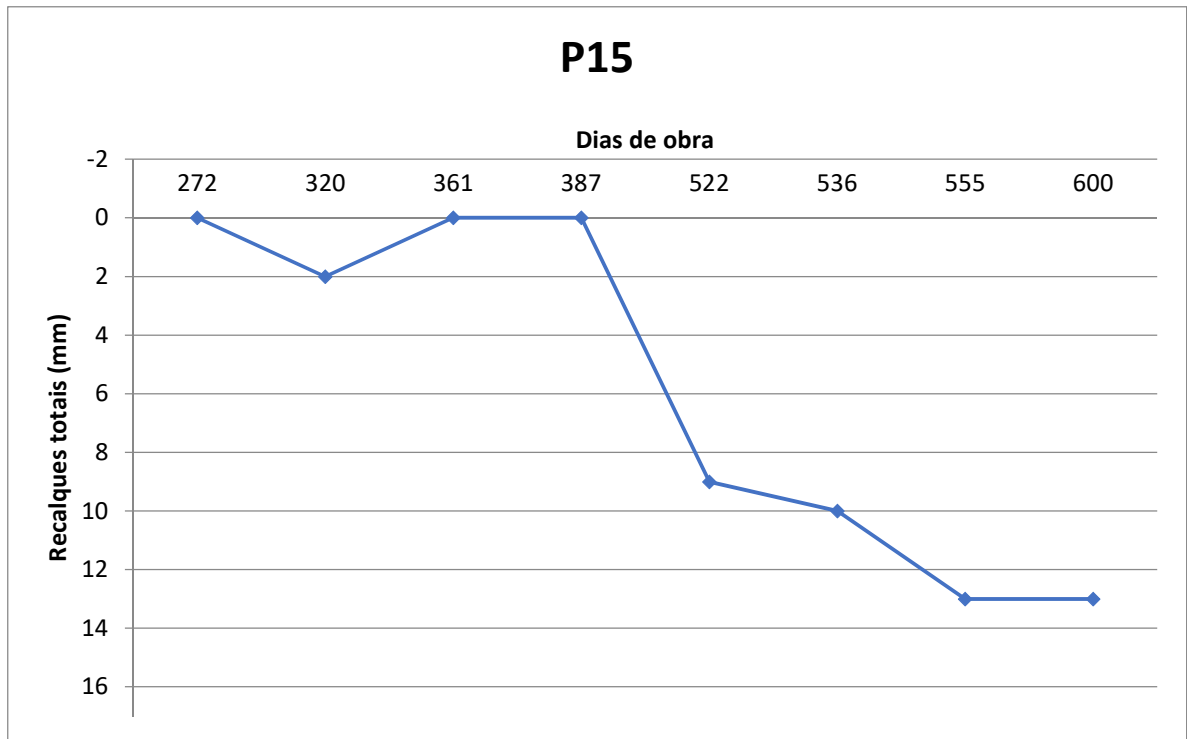


Gráfico 17- Recalques de P15
Fonte: Autor

Os dados de recalques medidos in loco foram obtidos durante a construção da edificação que se encontrava, na data da ultima medição, com 82% da sua carga relativa à estrutura, sendo assim inferior a de projeto.

A prova de carga estática foi realizada na estaca 3 do pilar 6 até uma carga máxima de 300 tf e obteve um recalque na carga máxima de 18,98 mm e um recalque residual de 15,53 mm.

Os valores de recalques obtidos in loco foram comparados com os valores obtidos na prova de carga. Para essa comparação foram calculadas as cargas em cada estaca e, como a sua estrutura não está concluída, foi realizada também a comparação com 82% da carga em cada estaca, os valores obtidos e a comparação podem ser observados nas Tabelas 5 e 6 respectivamente.

Tabela 5 – Relação de cargas por estaca e com 82% da carga

Pilar	Quantidade de estacas	CARGA POR ESTACA(tf)	82% DA CARGA POR ESTACA(tf)
P1	5	101,46	83,20
P2	5	172,84	141,73
P3	5	218,96	179,55
P4	6	185,23	151,89
P5	6	161,67	132,57
P6	5	85,62	70,21
P7	6	221,43	181,58
P8	12	136,25	111,73
P8A	12	90,73	74,40
P9	5	213,22	174,84
P10	10	118,42	97,10
P11	4	58,375	47,87
P12	5	144,52	118,51
P13	4	223,85	183,56
P13A	20	121,7	99,79
P14			
P15			

Fonte: Autor

Tabela 6 – Comparação dos recalques medidos *in loco* com os obtidos na prova de carga com carga total e com 82% da carga

Pilar	Recalque medido (mm)	Recalque da prova de carga (mm) com 82% da carga
P1	11,00	0,44
P2	11,00	1,36
P3	8,00	2,56
P4	10,00	1,72
P5	14,00	0,93
P6	10,00	0,39
P7	6,00	2,62
P8	13,00	0,67
P8A	14,00	0,41
P9	9,00	2,42
P10	12,00	0,66
P11	9,00	0,22
P12	11,00	0,73
P13	7,00	2,72
P13A	10,00	0,61
P14	14,00	0,61
P15	13,00	0,61

Fonte: Autor

Observa-se uma diferença acentuada de valores em relação ao recalque na prova de carga considerando 82% da carga, sendo os valores medidos *in loco* mais elevados. Analisando os dados obtidos é perceptível a discrepância entre as informações obtidas pela prova de carga e os obtidos *in loco*, chegando a uma diferença relativa de até 3990,91%.

Também foi realizada a comparação com os dados gerados através da aplicação do método de Aoki & Lopes (1975) com as equações de Mindlin (1936). O método considera o perfil de sondagem SPT e permite o cálculo dos recalques nas estacas informadas. Os dados de entrada foram: localização do ensaio, a profundidade e o NSPT a cada metro até o limite de profundidade da sondagem; informar camada a camada, sendo necessários a cota de início e fim, o tipo de solo e o coeficiente de Poisson; o pilar que o grupo de estacas estava suportando, a posição e a carga do mesmo e por fim informadas a cota da base da estaca, o diâmetro, as coordenadas relativas em relação ao eixo do pilar, o tipo de estaca e o módulo de elasticidade. Os valores obtidos e a comparação dos dados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação dos recalques medidos in loco e dos previstos pelo método

Pilar	Recalque medido (mm)	Recalque previsto (mm)
P1	11,00	9,96
P2	11,00	16,75
P3	8,00	19,42
P4	10,00	15,95
P5	14,00	13,10
P6	10,00	10,52
P7	6,00	18,92
P8	13,00	18,62
P8A	14,00	18,62
P9	9,00	17,53
P10	12,00	14,59
P11	9,00	7,53
P12	11,00	11,79
P13	7,00	16,94
P13A	10,00	14,64
P14	14,00	14,64
P15	13,00	14,64

Fonte: Autor

Analisando os dados relacionados na tabela é possível observar uma maior semelhança de valores. A diferença relativa máxima encontrada foi de 58,81%, sendo, em 87,5% dos casos, os recalques previstos pelo método Aoki & Lopes (1975) maiores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi evidenciada toda instrumentação utilizada para realização do monitoramento de recalque demonstrando que a metodologia pode ser aplicada para obtenção de informações a respeito do movimento das fundações, sem grandes dificuldades, em obras de pequeno, médio e grande porte.

As medições foram realizadas durante a construção da edificação, no período de setembro de 2018 a abril de 2019, estando, no ultimo dia de medição, a estrutura submetida a um carregamento inferior ao de projeto.

Quando comparados os recalque medidos in loco com os da prova de carga, pode-se verificar uma diferença relevante de valores mesmo os recalques medidos na prova de carga considerando as cargas totais de projeto obtiveram valores bem menores que os recalques medidos para a estrutura com carregamento inferior ao de projeto. Assim pode-se evidenciar a complexibilidade do comportamento do solo quando submetidos a tensões.

Na comparação com os recalques previstos pelo método Aoki & Lopes e os medidos observou-se uma maior semelhança, mesmo os previstos considerando o carregamento de projeto e encontrando valores de recalques diferentes entre si para estacas do mesmo grupo devido a desconsideração da interação solo-estrutura.

Os equipamentos utilizados para o monitoramento foram simples e de baixo custo para obra, tornando assim mais favorável à realização desse monitoramento.

Pode-se concluir, devido à complexibilidade do comportamento do solo, que é de extrema importância uma mudança cultural nas obras, de forma que esses monitoramentos de recalques sejam realizados com mais frequência, de forma a poder caracterizar melhor o comportamento do solo, contribuindo assim para uma previsão mais realística do comportamento da fundação e sua movimentação quando submetidas a tensões aplicadas, aproximando assim o comportamento previsto do real.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122: Projeção e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

ALONSO, U. R. **Previsão e controle de fundações**. São Paulo: Editora Edgard Bluche, 1991, 142p.

AOKI, N.; LOPES, F. R. (1975). **Estimating stress and settlements due to deep foundation**. In: V Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, v.1, p.377-386, Buenos Aires.

ARAGÃO, L. **Plano de monitoramento de recalque de fundações do bloco ateliê do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Ceará**. 2011. Monografia, 47p. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

BARROS, R. A. **Previsão e Controle de Recalques Durante a Construção de Edifícios**. Dissertação de mestrado, Laboratório de Engenharia Civil – UENF, 118 p., Campos dos Goytacazes, 2005.

BJERRUM, L. Interaction between structure and soil. Proceedings European CSMFE, Wiesbaden, Vol. 2, pp. 135-137, 1963 apud PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o princípio dos vasos comunicantes**. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

BORGES, L.U.; BUENO, N.; SANTOS, P.R. **Monitoramento de recalque em edificação utilizando nível ótico**. 2011. 93p. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

DANZIGER, F. A. B.; DANZIGER, B. R.; CRISPEL, F. A. **A medida dos recalques desde o início da construção como um controle de qualidade das fundações**. Anais do IV Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, vol. 1, São Paulo, 2000.

GUSMÃO, A. D. **Aspectos relevantes da interação solo-estrutura em edificações**. Solos e Rochas, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 47-55, abr. 1994.

GUSMÃO, A. D.; GUSMÃO FILHO, J. A. **Avaliação da influência da interação solo-estrutura**. X COBRAMSEF, Foz de Iguaçu, Vol. 1, 1994.

GUSMÃO, A. D., CALADO JR., I. H. **Estudo dos efeitos da interação soloestrutura em uma edificação com fundação em terreno melhorado**. XII COBRAMSEG, São Paulo, SP, ABMS, Anais, v.3, p.1743-1752, 2002.

GUSMÃO, A. D. **Desempenho de fundações de edifícios**. XIII COBRAMSEG, Curitiba, 2006.

IPABRAC. **Chumbador CB com parafuso**. Disponível em:

<<https://www.ipabrac.com.br/produtos/chumbador-cb-com-parafuso-parabolt/774>>. Acesso em 3 de março de 2019.

IWAMOTO, R. K. **Alguns aspectos dos efeitos da interação solo-estrutura em edifícios de múltiplos andares com fundação profunda**. 140 p. Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

I.S.E – Institution of Structural Engineers. **Structure-soil interaction: The real behavior of structures**, London, 1989 apud PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes**. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

MEYERHOF, G.G. **Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils**.

J.S.M.F.D., A.S.C.E., Vol. 82, nº SM1, pp866-1, 1956 apud PRELLWITZ, M.

Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N.;SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**. São Paulo: 2 ed, Oficina de textos, 2015.

MINDLIN, R. D. (1936). **Force at a point in the interior of a semi-infinite solid**. Physics. v.7.1936.

NETO, L. R. **Interpretação de deformação e recalque na fase de montagem de estruturas de concreto com fundações em estaca cravada**. 2005. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

PETROBRAS. **N-1811: Instalação de referência de nível profunda**. Brasil, 2005.

PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes**. 2015. Dissertação de mestrado,132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, Campos dos Goytacazes, 2015.

POLSHIN, D.E. e TOKAR, R.A. **Maximum allowable non-uniform settlement of structures, Proceedings 4th. ICSMFE**, London, Vol. 1, pp. 402-405, 1957 apud PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes**. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. São Paulo: 3. ed., Zigurate, 2008.

REIS, J. H. C. **Interação solo-estrutura de grupos de edifícios com fundações superficiais em argila mole**. 148p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SANTOS, Y. **Estudo da interação solo-estrutura em um caso de obra de edifícios com fundações em maciço rochoso**. 2018. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco.

SAVARIS, G. **Monitoração de recalques de um edifício e avaliação da interação solo-estrutura**. 177p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2008.

SKEMPTON, A.W.; MACDONALD, D.H. **Allowable settlements of buildings**. Proceedings Institution of Civil Engineers, London, Part 3, Vol. 5, pp. 727-768, 1956 apud PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes**. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

SILVA, M. L. **Monitoramento de recalques do edifício Laboratório integrado de tecnologia e petróleo, gás e biocombustíveis: instrumentação, medição, processamento e análise**. 81 p. Trabalho de conclusão de curso de engenharia cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

VARGAS, M.; SILVA, F.R. **O problema das fundações de edifícios altos: experiência em São Paulo**, Anais, Conferência Regional Sul-Americana Sobre Edifícios Altos, Porto Alegre, 1973 apud PRELLWITZ, M. **Monitoramento de recalques por fotogrametria usando o principio dos vasos comunicantes**. 2015. 132p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF , Campos dos Goytacazes, 2015.

SOUZA, H. V. B.; SOARES, F. L.; GUSMÃO, A. D.; ALMEIDA, A. K. L. **Estimativa de recalques através do método de Aoki-Lopes**. 9º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, São Paulo, 2019.

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 01 COTA: 35,60 RN: Topográfico

INÍCIO: 26/03/14 TÉRMINO: 27/03/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico			
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40
	Areia fina, siltosa; cor marrom (fofa)		0,50	Não Identificado	2	2	2	4/30				
1	Silte argiloso; cor marrom (mole a médio)		4,00		3	3	4	7/30				
2					2	2	3	5/30				
3					4	4	5	9/30				
4					8	10	12	22/30				
5	Silte argiloso; cor vermelho (rijo a duro)		8,00		7	7	10	17/30				
6					8	10	12	22/30				
7					9	12	14	26/30				
8					7	11	13	24/30				
9	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (compacta)		11,38		8	15	17	32/30				
10					10	13	15	28/30				
11					12	18	20	38/30				
12	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta)		14,10		10	12	17	29/30				
13					12	15	18	33/30				
14	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (compacta)		16,70		10	12	16	28/30				
15					9	14	18	32/30				
16	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (muito compacta)				13	18	22	40/30				
17					15	21	25	46/30				
18					21	30/10	-	30/10				
19					18	23	27	50/30				
20												

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO		PROCESSOS PERFURAÇÃO	OBSERVAÇÕES:	SONDADOR: ERIVAN FLORÊNCIO
Amostrador { Padrão {	Øext: 50,8 mm	REVESTIMENTO: 0,0 - 2,0 m		DESENHO: ERICA COSME
	Øint: 34,9 mm	CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA): 2,0 - 20,27 m		REVISÃO: ERICA COSME
Martelo {	Peso: 65 kg	ESCALA VERTICAL: 1/100		ENG. RESP.:
	Altura queda: 75 cm			
Revestimento Øext: 76 mm				

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: **SP 01** COTA: 35,60 RN: Topográfico

INÍCIO: 26/03/14 TÉRMINO: 27/03/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NSPT	Gráfico			
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40
	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (muito compacta) <i>Limite de Sondagem</i>		20,27		20	30/12	-	30/12				
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { \varnothing ext: 50,8 mm
Padrão { \varnothing int: 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento \varnothing ext: 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 20,27 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR:

ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO:

ERICA COSME

REVISÃO:

ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 02 COTA: 35,50 RN: Topográfico

INÍCIO: 27/03/14 TÉRMINO: 28/03/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico			
					1º	2º	3º		10	20	30	40
1	Areia fina, siltosa; cor marrom (pouco compacta)		0,70	Não Identificado	3	3	4	7/30				
2	Silte argiloso; cor marrom (médio a rijo)		4,00		3	4	4	8/30				
3					2	3	3	6/30				
4					5	5	7	12/30				
5					8	11	11	22/30				
6	Silte argiloso; cor vermelho (rijo a duro)		8,38		7	8	12	20/30				
7					6	7	9	16/30				
8					8	10	12	22/30				
9					10	12	15	27/30				
10	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (compacta)		12,00		8	10	12	22/30				
11					9	12	15	27/30				
12					11	13	17	30/30				
13	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta a muito compacta)		14,60		9	12	12	24/30				
14					12	15	17	32/30				
15	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (compacta a muito compacta)		16,38		17	19	23	42/30				
16					12	17	20	37/30				
17	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (muito compacta)		18,45		15	19	25	44/30				
18					19	23	27	50/30				
19	Limite de Sondagem				19	23	25	48/30				
20												

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { ϕ_{ext} : 50,8 mm
Padrão { ϕ_{int} : 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento ϕ_{ext} : 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 18,45 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR:

ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO:

ERICA COSME

REVISÃO:

ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 03

COTA: 34,90

RN:

Topográfico

INÍCIO: 31/03/14 TÉRMINO: 01/04/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico			
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40
1	Areia fina, siltosa; cor marrom (fofa)		0,60	Não Identificado	1	1	2	3/30				
2	Silte argiloso; cor marrom (médio a rijo)		4,38		3	3	5	8/30				
3					4	4	7	11/30				
4					6	6	8	14/30				
5					7	7	10	17/30				
6	Silte argiloso; cor vermelho (duro)		9,00		8	9	12	21/30				
7					10	12	12	24/30				
8					8	10	14	24/30				
9					7	9	12	21/30				
10	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (medianamente compacta a compacta)		12,45		5	8	10	18/30				
11					7	12	15	27/30				
12					10	15	17	32/30				
13					12	17	19	36/30				
14	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta)		15,00		8	10	13	23/30				
15					10	12	15	27/30				
16	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (muito compacta)		16,09		15	21	24	45/30				
17	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (compacta a muito compacta)		19,45		13	17	21	38/30				
18					15	19	25	44/30				
19					13	17	21	38/30				
20	Limite de Sondagem				16	22	25	47/30				

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { Øext: 50,8 mm
Padrão { Øint: 34,9 mm

Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm

Revestimento Øext: 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:

0,0 - 2,0 m

CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):

2,0 - 19,45 m

ESCALA VERTICAL:

1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR:

ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO:

ERICA COSME

REVISÃO:

ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 04 COTA: 34,60 RN: Topográfico

INÍCIO: 01/04/14 TÉRMINO: 02/04/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico			
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40
1	Areia fina, siltosa; cor marrom (fofa)		0,60	Não Identificado	1	1	2	3/30				
2	Silte argiloso; cor marrom (muito mole a médio)		4,60		1	1	1	2/30				
3					2	2	2	4/30				
4					2	2	3	5/30				
5					4	4	5	9/30				
6	Silte argiloso; cor vermelho (rijo)		8,75		3	4	7	11/30				
7					6	6	8	14/30				
8					8	8	10	18/30				
9					6	7	7	14/30				
10	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (compacta)		13,00		9	12	14	26/30				
11					8	8	12	20/30				
12					12	13	17	30/30				
13					10	12	14	26/30				
14	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta)		14,80		12	17	20	37/30				
15	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (muito compacta)		16,67		9	12	17	29/30				
16					17	22	24	46/30				
17	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (muito compacta)		19,25		20	30/12	-	30/12				
18					19	24	27	51/30				
19					17	21	25	46/30				
20	Limite de Sondagem				20	30/10	-	30/10				

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { ϕ_{ext} : 50,8 mm
Padrão { ϕ_{int} : 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento ϕ_{ext} : 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 19,25 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR: ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO: ERICA COSME

REVISÃO: ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Rôger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 05

COTA:

34,40

RN:

Topográfico

INÍCIO: 02/04/14 TÉRMINO: 03/04/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO								
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico				
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40	
1	Areia fina, siltosa; cor marrom (fofa)		0,75	Não Identificado	1	1	1	2/30					
2	Silte argiloso; cor marrom (mole)		4,00		2	2	2	4/30					
3					1	1	2	3/30					
4					2	2	2	4/30					
5					3	4	4	8/30					
6	Silte argiloso; cor vermelho (médio a rijo)		9,00		3	3	5	8/30					
7					6	7	9	16/30					
8					6	6	7	13/30					
9					8	8	10	18/30					
10	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (compacta)		12,60		12	14	17	31/30					
11					10	12	15	27/30					
12					10	10	12	22/30					
13					8	12	15	27/30					
14	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta)		15,00		10	10	12	22/30					
15					8	12	15	27/30					
16	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (compacta)		16,30		10	10	13	23/30					
17					16	18	21	39/30					
18	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (compacta a muito compacta)				13	16	19	35/30					
19					17	22	25	47/30					
20					19	25	28	53/30					

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { ϕ_{ext} : 50,8 mm
Padrão { ϕ_{int} : 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento ϕ_{ext} : 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 20,45 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR:

ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO:

ERICA COSME

REVISÃO:

ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Róger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 05

COTA: 34,40

RN:

Topográfico

INÍCIO: 02/04/14 TÉRMINO: 03/04/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
					golpes/ 15 cm			NSPT	Gráfico			
					1ª	2ª	3ª		10	20	30	40
	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (compacta a muito compacta)		20,45		16	20	23	43/30				
21	<i>Limite de Sondagem</i>											
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { ϕ_{ext} : 50,8 mm
Padrão { ϕ_{int} : 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento ϕ_{ext} : 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 20,45 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

OBSERVAÇÕES:

SONDADOR: ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO: ERICA COSME

REVISÃO: ERICA COSME

ENG. RESP.:

Sondagem de Reconhecimento com SPT

RSP 102.2014 R00



Consultoria em Concreto e Solos Ltda.
R. Prof. Batista Leite, 229 - Rôger - João Pessoa/PB
Fone(fax): 55 83 3222 0100 / 55 83 3241 5944
homepage: www.solo.eng.br

CLIENTE:

ALLIANCE

JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.

OBRA:

RESERVA E SELETTO CLASS CLUB

R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.

FURO: SP 06 COTA: 35,40 RN: Topográfico

INÍCIO: 25/03/14 TÉRMINO: 26/03/14

Prof.(m)	CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	Amostras	Prof. Camada (m)	Nível d'Água	ENSAIO DE PENETRAÇÃO								
					golpes/ 15 cm			NsPT	Gráfico				
					1º	2º	3º		10	20	30	40	
1	Areia fina, siltosa; cor marrom (fofa)		0,70	Não Identificado	2	2	2	4/30					
2	Silte argiloso; cor marrom (médio)		4,30		2	3	3	6/30					
3					3	3	4	7/30					
4					3	4	5	9/30					
5					2	3	3	6/30					
6	Silte argiloso; cor vermelho (médio a duro)		8,60		4	4	5	9/30					
7					5	5	6	11/30					
8					6	6	8	14/30					
9					8	15	15	30/30					
10	Areia média, siltosa, com laterita; cor variegada (compacta)		11,20		10	12	16	28/30					
11					12	15	18	33/30					
12	Areia fina, siltosa; cor variegada (compacta a muito compacta)		15,00		14	17	20	37/30					
13					10	13	15	28/30					
14					12	17	23	40/30					
15					15	20	25	45/30					
16	Areia fina, siltosa, pouco argilosa; cor variegada (muito compacta)		17,00		17	22	27	49/30					
17					13	19	22	41/30					
18	Areia média, siltosa, com pedregulho; cor variegada (muito compacta)		18,45		17	23	27	50/30					
19	Limite de Sondagem				15	21	25	46/30					
20													

COMPOSIÇÕES DE PERFURAÇÃO

Amostrador { Øext: 50,8 mm
Padrão { Øint: 34,9 mm
Martelo { Peso: 65 kg
Altura queda: 75 cm
Revestimento Øext: 76 mm

PROCESSOS PERFURAÇÃO

REVESTIMENTO:
0,0 - 2,0 m
CIRCULAÇÃO DE ÁGUA (CA):
2,0 - 18,45 m
ESCALA VERTICAL:
1/100

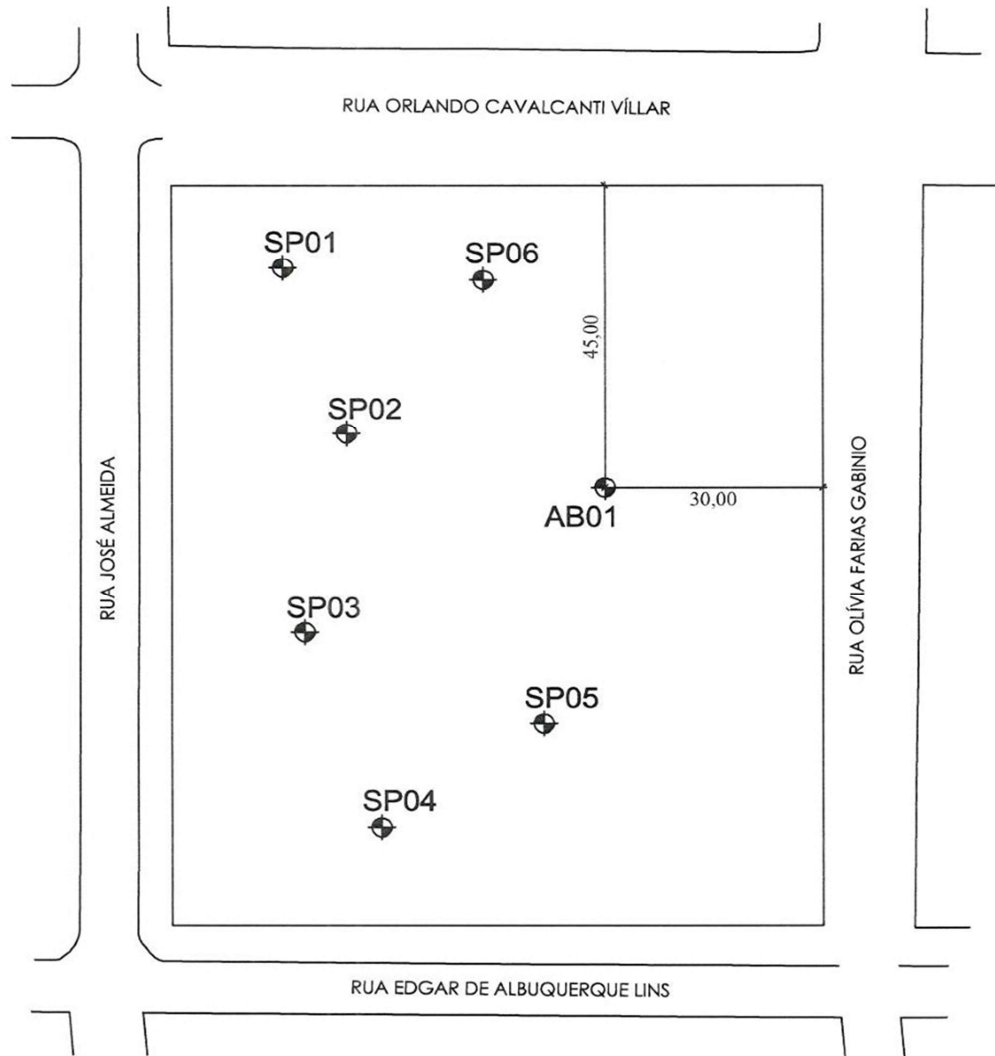
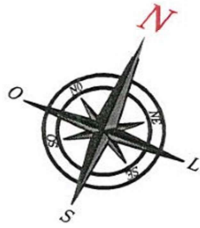
OBSERVAÇÕES:

SONDADOR: ERIVAN FLORÊNCIO

DESENHO: ERICA COSME

REVISÃO: ERICA COSME

ENG. RESP.:



Obs.: Furos locados a critério do cliente

LEGENDA

	Furo de Sondagem
	Ensaio de Absorção
	Trado
	RN (referência de nível)
	Poste
SP	Sondagem SPT
AB	Absorção do Solo
Unidades:	metros

TÍTULO:			
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO			
CLIENTE:			
ALLIANCE			
JOÃO PESSOA 04 CONSTRUÇÕES SPE LTDA.			
OBRA:			
RESERVA E SELETTO CLASS CLUB			
R. Orlando Di C. Villar, Qd.: 041, St.: 07, Altiplano - João Pessoa/PB.			
ESCALA:	FOLHA:	RELATÓRIO:	
1/100	1/1	RSP 102_103.2014 R00	
DESENHO:	ENG. RESPONSÁVEL:		
ERICA COSME			

