

Análise de recalques em fundações superficiais do tipo radier plano sobre solo silto-argiloso na região metropolitana de Recife - Brasil

L.F.A. Lopes^{a†}, J.T.R. Oliveira^a

^a *Universidade Católica de Pernambuco, Departamento de Engenharia Civil, Recife, PE – 50050-100 Pernambuco, Brasil*

[†] *Autor para correspondência: luiz.anchar@hotmail.com*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo verificar o comportamento dos recalques de sessenta e quatro edificações assentadas sobre um solo silto-argiloso compostas de fundação do tipo radier plano e superestrutura em paredes de concreto moldadas no local. Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca dos movimentos de fundações e seus tipos. Avaliou-se a estabilização do maciço e o desenvolvimento dos recalques no tempo, também fazendo uma comparação entre os valores máximos obtidos em campo e os valores máximos estimados. Foram avaliados recalques diferenciais e as distorções angulares através de uma comparação com os valores limites apresentados pela literatura e valores estimados em projeto. Os recalques das fundações apresentaram valores abaixo do estimado para os valores máximos. As distorções angulares ficaram todas abaixo dos valores estimados e na verificação com a literatura seis das estruturas estavam susceptíveis a apresentar fissuras em alvenaria. A análise final apresentou que os recalques não oferecem risco estrutural à nenhuma das sessenta e quatro edificações e isso se confirma com o fato da maioria delas já estar ocupada e não ter sido verificado nenhum quadro de patologias decorrente de recalques.

Cronologia do artigo:

Recebido a 06 janeiro 2017
Corrigido a 18 fevereiro 2020
Aceite a 09 abril 2020
Publicado a 08 maio 2020

Palavras-chave:

Distorção angular
Curva recalque-tempo
Fundações superficiais
Recalques medidos
Recalques calculados

1. Introdução

No ano de 2012 o setor de construção civil no país estava em alta. As principais áreas que recebiam investimentos eram as edificações habitacionais e as obras de infraestrutura. A primeira devido ao déficit habitacional no Brasil, já a segunda devido à necessidade de atrair grandes empresas para o país e aumentar a representatividade do setor de serviços no PIB.

Vários aeroportos, rodovias, portos e cidades inteiras começaram a sofrer intervenções de obras civis. Em função dos planos de aceleração do crescimento muitos investimentos foram canalizados para essas áreas. Houve grandes montantes financiados por bancos públicos e privados com aporte do governo Federal para suprir o atraso brasileiro no setor de construção civil que estava estagnado há mais de trinta anos.

O déficit habitacional, que ainda hoje é bastante representativo, recebeu uma atenção das empresas incorporadoras que financiadas pela iniciativa pública desenvolveram projetos de conjuntos habitacionais de várias faixas de preço para suprir as necessidades sociais. Como a necessidade era de produzir muitas unidades no menor tempo possível várias tecnologias foram utilizadas desde o projeto, fundação, superestrutura até o acabamento.

Uma das soluções que atende com eficiência os critérios de custo e prazo e foi largamente adotada é a fundação rasa do tipo radier plano. Essa tipologia dispensa o convencional uso de sapatas e estacas. É formada por uma laje que recebe os carregamentos da estrutura e transmite uniformemente para o solo. Pela simplicidade de execução a velocidade é alta, logo os preços com os custos fixos são reduzidos devido à redução dos prazos.

Essa solução passou por mudanças visando à diminuição de custos. Uma delas foi a substituição de parte da armadura convencional por armadura protendida e consequente redução da espessura do radier, visto que essa solução aumenta a capacidade de suporte sem aumentar a resistência do concreto e as vezes até reduzindo.

Independente da solução adotada para executar a habitação, sempre se deve atender às normas

vigentes de conforto e desempenho. As edificações também devem estar de acordo com a normatização da tipologia escolhida, tendo em vista os conceitos de durabilidade, sustentabilidade e função estrutural.

Esse trabalho analisou o comportamento das deformações da camada de suporte de solo em que a fundação está assentada. Durante a construção foram feitas aferições de recalque para cada fundação, logo é possível averiguar o desenvolvimento dos recalques ao longo do tempo, bem como verificar os recalques diferenciais nos diferentes pontos da laje radier.

O empreendimento é composto por sessenta e quatro torres tipo com oito pavimentos onde abrigará em média oito mil pessoas. Trinta por cento das torres foram executadas com sistema convencional de radier plano e os outros setenta por cento foram executados com sistema de protensão. Foram feitas análises computacionais antes da construção de cada torre e estimados recalques máximos, mínimos e médios. Esses dados quando comparados com os recalques reais dão uma visão da eficiência da estimativa teórica e de seu desempenho antes e durante a utilização do empreendimento. Também será possível comparar o comportamento do sistema convencional e protendido no que diz respeito às deformações.

O presente trabalho proporcionou uma análise quantitativa e qualitativa do desempenho dessa tipologia de fundação e superestrutura em relação às deformações do solo.

2. Revisão bibliográfica

Será feita abaixo uma revisão sobre os pontos pertinentes ao bom entendimento dos resultados que serão posteriormente apresentados.

2.1. Fundações

Esse estudo de caso trata acerca da interação entre solo e estrutura, sobre as influências da estrutura e da fundação no solo, e como o solo se comporta frente a essa solicitação.

Segundo Mattos (2004), são quatro tópicos aos quais uma fundação deve responder sem falhas. O terreno deve permanecer íntegro frente às solicitações, bem como o material constituinte da fundação também. As deformações e deslocamentos devem estar de acordo com o projetado para a edificação, não excedendo os limites normatizados. Não causar interferências prejudiciais às fundações vizinhas. Deve também atender aos aspectos econômicos, visando os aspectos técnicos com o menor custo.

As fundações são divididas em rasas e profundas, esse estudo traz uma análise sobre a primeira situação, do tipo radier plano. Segundo Velloso e Lopes (2012), o mesmo pode ser usado quando irá receber diretamente todos pilares de uma obra ou quase todos. No caso estudado a estrutura não contém pilares, trata-se do sistema estrutural de paredes de concreto moldadas in loco, porém a mesma definição se aplica.

De acordo com a NBR6122:2010 uma fundação profunda é aquela cujo mecanismo de ruptura de base não surge na superfície do terreno. Portanto as fundações profundas são aquelas cujas bases estão implantadas a uma profundidade superior a duas vezes sua menor dimensão e pelo menos três metros de profundidade. As fundações rasas, portanto, são aquelas em que a profundidade de assentamento é menor que duas vezes a menor dimensão e a superfície de ruptura se dá de forma superficial (Velloso e Lopes, 2012).

Radiers

De acordo com Mattos (2004), as fundações superficiais são aquelas formadas por placas que distribuem uniformemente as tensões aplicadas. São exemplos desse tipo os blocos, sapatas, radiers, sapatas associadas, vigas de fundação e sapatas corridas. Os radiers podem ser utilizados quando a área das sapatas se aproxima uma das outras ou até mesmo quando se interpenetram em projeto, seja pelas cargas elevadas da estrutura e/ou de tensões de trabalho baixas. Também pode ser utilizado quando se deseja uniformizar os recalques. São vários os métodos pelos quais se pode calcular um radier, porém é complexo classificá-los pois cada método faz considerações diferentes e leva em conta fatores variados.

Existem vários tipos de radier, nesse trabalho são apresentados os radiers simplesmente armados e os radiers protendidos protendidos. O primeiro é composto apenas de concreto e armaduras de tração e compressão (armadura passiva). Já o segundo é formado por concreto, armaduras de compressão e cordoalhas de protensão (armadura ativa).

Segundo Calduro (2000), os radiers protendidos foram inseridos no cotidiano das empresas de construção brasileira após os programas habitacionais no ano de 2000, quando cresceu a busca por velocidade de execução e pela redução de custos. Essa tipologia foi e é amplamente utilizada em casas populares e pequenas edificações, porém o radier pode também ser usado para edificações altas, como

é o caso do edifício Masseturn em Frankfurt, que já foi considerado um dos maiores do mundo e tem sua fundação feita em radier com capitéis. Segundo Santos (2012) e Oliveira (2013), há várias obras em radier na região metropolitana de Recife, um exemplo em larga escala da utilização de radier foi a construção de quinhentas casas populares para funcionários do Porto de Suape, no município de Ipojuca bem como vários condomínios de edificações.

Radier Protendido

O radier protendido é feito com armadura ativa e passiva. É utilizado um aço de alta resistência para protender o concreto, constituído por uma cordoalha engraxada e plastificada formada. A cordoalha é beneficiada e cortada em obra de acordo com especificações e tamanhos exigidos em projeto.

São utilizadas ancoragens e cunhas para a protensão do radier. Depois da concretagem e cura do concreto, a cordoalha é tracionada conforme especificação do projeto. A tração é feita com um conjunto de bomba e macaco hidráulico calibrado.

Para efeito de verificação da força aplicada, é medido o alongamento do cabo após a tração. Estes alongamentos são analisados por uma equipe técnica especializada no serviço (Feitosa, 2012).

Após a análise é feita a liberação para o corte da cordoalha excedente e grauteamento do sulco deixado para protensão a fim de proteger a ponta da armadura de agentes agressivos, na tentativa de evitar que ela sofra corrosão, o que prejudicaria sua resistência impedindo que cumpra a função para qual foi projetada.

2.2. Distorções angulares

Os recalques diferenciais impõem à estrutura distorções angulares que são obtidas através da equação 1 quando o desaprumo é aproximadamente zero.

$$\delta = \frac{\Delta}{l} = \frac{\text{recalque diferencial}}{\text{distância entre os elementos}} \quad (1)$$

Segundo Cintra et. al. (2011), estas distorções estão associadas a danos nas estruturas como fissuras e riscos estruturais. De acordo com Bjerrum (1963), as consequências das distorções angulares podem ser classificadas como está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Danos causados por distorções angulares.

Dano potencial	δ
Perigo para prédios com máquinas e equipamentos sensíveis a recalque	1/750
Fissuras em alvenaria	1/300
Desaprumo em edifícios torna-se visíveis	1/250
Risco Estrutural	1/150

Para os recalques totais limites em argilas segundo Skempton e MacDonald (1956) apud Velloso e Lopes (2012), o recalque diferencial máximo de projeto deve estar na ordem de 40 mm. Daí decorrem os recalques absolutos limites de 65 mm para sapatas isoladas e de 65 a 100 mm para radiers. Para a Associação Internacional de Engenheiros, em uma análise cuidadosa com base nos dados mais recentes de recalque conclui-se que os valores acima, sobretudo o recalque diferencial, são razoáveis como "limites de rotina". Entretanto, valores maiores podem ser aceitos a depender da análise feita pelo projetista, que com sua experiência e com os dados do seu estudo poderá atribuir outros valores.

2.3. Velocidade de recalque

Quando se trata da interação solo-estrutura observa-se uma não uniformidade dos recalques em relação aos seus diversos apoios. De uma forma genérica observa-se uma tendência de uniformização dos recalques diferenciais em uma estrutura.

Em estruturas convencionais que tem seus recalques aferidos com o tempo observa-se que os recalques se desenvolvem de forma mais lenta para um mesmo tipo de solo quando comparadas à métodos que carregam o solo mais rapidamente devido à velocidade de execução do método. De acordo com Gusmão (1990), a maior parte dos estudos sobre interação solo-estrutura assume a hipótese de não haver carregamento durante a construção da edificação. Os autores ressaltam que como a rigidez da estrutura é muito influenciada pela sua altura, a sequência construtiva assume uma importante influência

na interação solo-estrutura. Como a velocidade de execução do sistema estudado nesse trabalho é extremamente alta é esperado que os recalques se desenvolvam de forma diferente da maneira observado nas estruturas de concreto armado aporticado. Sendo assim necessárias poucas medições de recalque para se alcançar maiores valores e consequente observar graficamente a estabilização do maciço.

Milititski, Consoli e Schnaid (2015) afirmam que, não se deve apenas focar a análise de recalque nos valores absolutos aferidos, mas também em sua velocidade de ocorrência. A unidade de medida utilizada para quantificar essa velocidade é $\mu\text{m}/\text{dia}$, que expressa a velocidade do recalque em milésimos de milímetro por dia. Os valores dessa velocidade são influenciados por vários fatores, o mais importante é como o solo se comporta frente as cargas a ele transmitidas. Os autores demonstram uma série de valores de referência:

- Prédios com mais de 5 anos, velocidade menor que $10 \mu\text{m}/\text{dia}$;
- Prédios entre 1 e 5 anos, velocidade entre 10 e $20 \mu\text{m}/\text{dia}$;
- Prédios em fundações diretas, fase construtiva, até $200 \mu\text{m}/\text{dia}$;
- Prédios em fundações profundas, fase construtiva, até $80 \mu\text{m}/\text{dia}$.

3. Materiais e métodos

Serão apresentadas nesta seção as etapas para se chegar aos resultados que serão apresentados posteriormente.

3.1. Obtenção dos recalques reais

A norma NBR 6122:2010 recomenda que, a verificação do desempenho das fundações por meio do monitoramento dos recalques, medidos na estrutura, sendo obrigatório nos seguintes casos:

- i. Estruturas nas quais a carga variável é significativa em relação a carga total, tais como silos e reservatórios;
- ii. Estruturas com mais de 60 m de altura em relação ao térreo;
- iii. Estruturas com relação altura-largura (menor dimensão) superior a 4;
- iv. Fundações ou estruturas não convencionais.

Os recalques foram avaliados desde o início da obra por uma empresa especializada. As aferições eram feitas a cada quinze dias devido à grande quantidade de edificações e o resultado era enviado à incorporadora para avaliação.

A quantidade de avaliações que deveria ser feita em cada edificação foi especificada pela empresa responsável pelo dimensionamento das fundações. A distribuição dos pontos em que o recalque deveria ser medido está apresentado na Figura 1.

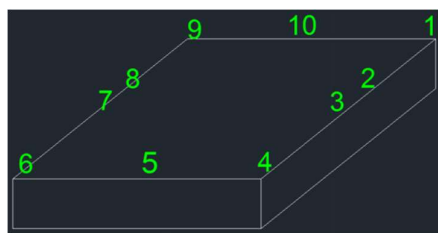


Figura 1 - Distribuições dos pinos de recalque na placa radier.

3.2. Dados estimativos

Os dados utilizados nesse trabalho foram concedidos pela incorporadora responsável do empreendimento.

Foram concedidos relatórios de recalque obtidos em campo onde eram feitas aferições em dez pontos distintos do radier como mostrado no item 3.1. Conforme instruído pela empresa responsável pelo dimensionamento das fundações seria necessário que cada edificação recebesse em média quatro medições, salvo em casos onde não houvesse a estabilização do maciço, nesses seriam necessárias mais medições.

Também foram cedidos pela Gusmão Engenheiros Associados relatórios com estimativas de recalques máximos, médios e mínimos que continham curvas de isorecalques, mostrando as áreas do radier onde se esperavam maiores ou menores valores. Porém não houve a possibilidade de comparar o

desenvolvimento das curvas de isorecalques reais e estimados.

3.3. Recalque x Tempo

Para se obter os gráficos de recalque no tempo foi necessário tabelar os dados de todas as medições das edificações com seus respectivos intervalos de realização. Após isso ser feito foram criados os gráficos e foi feita a separação em três grupos: recalques considerados normais, recalques não estabilizados e recalques positivos.

3.4. Recalque diferencial e distorção angular

Utilizando os dados das últimas verificações feitas em cada fundação foi calculada a diferença entre os pontos de medição mais próximos, e assim obtidos os recalques diferenciais. Os pontos onde foram feitas as avaliações foram definidos de acordo com a Figura 1, dela foram coletadas também as distâncias entre os pontos para calcular a distorção angular. Os pontos e as distâncias estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Pontos de avaliação do recalque diferencial e distorção angular.

Ponto Inicial	Ponto Final	Distância (mm)
1	2	6450
4	5	7680
2	3	3010
3	4	6250
5	6	7680
6	7	6250
10	1	7680
7	8	3010
8	9	6450
9	10	7680

Os valores calculados de distorção angular tiveram seus valores máximos definidos em projeto. Esses valores foram comparados com os valores reais calculados a partir dos dados de recalque obtidos ao longo da obra. Depois de feitas as comparações foram realizadas as análises e conclusões avaliando se as distorções estão acima ou abaixo do especificado em projeto.

3.5. Recalques reais x Recalques estimados

Através dos dados fornecidos pela empresa foi possível obter os dados de recalque máximos, médios e mínimos para cada fundação. Esses recalques foram calculados através do software ELPLA (Relatórios de 1 a 16 elaborados pela Gusmão Engenheiros Associados). Esses dados dão um panorama geral de como deveriam se desenvolver os recalques de cada fundação, tornando possível uma comparação entre o que foi estimado e o que realmente ocorreu. A comparação foi feita utilizando os dados também fornecidos pela empresa que avaliou os recalques reais totais até a última medição de cada fundação.

3.6. Análise das velocidades de recalque

Foram feitas análises de forma a obter dados que pudessem ser comparados com os valores de Milititski, Consoli e Schnaid (2015).

Analisou-se as velocidades de recalque do início da execução da fundação até a última medição para serem comparados com os valores de referência para edificações entre um e cinco anos de construção.

Os valores apresentados como referência são valores genéricos, devido a isso é possível tirar apenas conclusões qualitativas e não quantitativas.

4. Resultados e análises

Serão apresentados os resultados do estudo de caso e feitas análises acerca deles.

4.1. Recalques x Tempo

Observou-se que 50% das fundações ou trinta e duas delas apresentaram recalques teoricamente normais, conforme mostrado na Figura 2a. Outros 36% ou vinte e três apresentaram recalques não estabilizados, conforme Figura 2b. Já os 14% restantes correspondentes a nove fundações apresentaram levantamento, que não apresentaram curvas características.

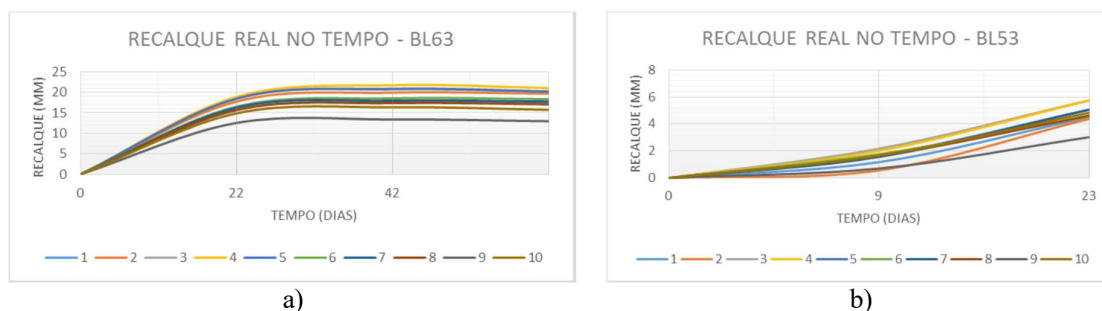


Figura 2 - Curvas características encontradas na análise.

4.2. Recalque diferencial

Com relação aos recalques diferenciais observou-se valores médios de 4,39 mm milímetros com desvio padrão para população de 3,97 mm. Quando se avalia o radier como uma placa rígida é preciso entender que seu comportamento é diferente de um sistema de sapatas isoladas, por exemplo. Nesse sistema as sapatas sofrem influência do recalque diferencial de forma mais atenuada, pois a rigidez da fundação se torna menor, mesmo com a utilização de cintas. Na laje radier, em especial com suporte para edificação de um sistema rígido de paredes de concreto armado os recalques diferenciais são menores e exercem menos influência na estrutura. No sistema de lajes, pilares e vigas os recalques diferenciais podem gerar problemas como fissuramentos nos fechamentos da estrutura, no sistema estudado nesse trabalho isso não é esperado, pois a rigidez imposta pelo sistema fechado armado de concreto gera esforços mais resistentes às tensões impostas pelos recalques diferenciais, minimizando e até impedindo que ocorram patologias devido aos mesmos.

4.3. Distorções angulares

Em uma primeira avaliação verificou-se que 91% das fundações tiveram distorções angulares que segundo a literatura não apresentam nenhum quadro de patologias para a edificação, já os outros 9% das fundações são classificados como quadro de fissuração em alvenaria. Porém não foi identificado nenhum aparecimento excessivo de fissuras nos planos das paredes, isso se deve ao fato da alta rigidez do sistema que consegue combater os esforços gerados pelas distorções, minimizando os impactos na estrutura e fechamentos.

Em uma segunda avaliação verificou-se que 100% das fundações apresentaram distorções angulares abaixo do máximo de projeto, o que se apresenta a favor da segurança. Em torno de 80% das fundações apresentaram distorções abaixo da metade do que foi estimado, vale ressaltar que 50% dos blocos ainda não atingiram a estabilização completa dos recalques, conforme comentado anteriormente. Esta diferença entre os valores medidos e estimados é justificável uma vez que o solo é um material altamente heterogêneo e variável nas suas características. Se for avaliada uma amostra em um local e mudados alguns metros de distância for feita uma nova avaliação as características encontradas podem ser totalmente diferentes, logo, para uma obra de mais de vinte hectares há grandes variação do solo que demandam medidas de cautela nos dimensionamentos.

4.4. Recalques reais x Recalques estimados

A Tabela 3 apresenta os dados de recalques reais e medidos para todos os blocos em valores absolutos até a data deste trabalho.

Foram comparados os recalques estimados através do software ELPLA pela Gusmão Engenheiros Associados com os recalques medidos em campo. A comparação entre os recalques reais e estimados apresentaram um quadro em que apenas 6,25% das fundações tiveram valores acima do que foi estimado, das quais três fundações tiveram recalques médios 26,62% maiores que o estimado e a outra fundação teve 516,9% acima. Essa fundação com valores extremamente maiores que o estimado foi um caso específico da obra onde o solo apresentou características de capacidade de carga muito baixas e foi

feito um melhoramento com colunas de argamassa como explicitado acima com a finalidade de tornar possível o assentamento de uma fundação superficial, após serem feitas as análises estimativas novamente com a nova capacidade de carga do solo considerando o melhoramento os cálculos foram refeitos e foi obtido um valor máximo de recalque para essa fundação de 2,9 milímetros e o valor do recalque aferido ficou próximo do que foi verificado em todos os outros blocos, em torno de 17,89 milímetros. O percentual de diferença entre o real e o estimado seja elevado em ordem de grandeza o recalque final está dentro da média do restante das fundações. Isso verifica que se não houvesse o reforço os valores de recalques inviabilizariam o tipo de fundação adotado e talvez, pelo custo da fundação necessária inviabilizasse a execução dessa edificação.

Tabela 3 - Recalques Estimados e Recalques Reais em milímetros.

Bloco	Recalque máximo estimado (mm)	Recalque máximo medido(mm)	Bloco	Recalque máximo estimado (mm)	Recalque máximo medido(mm)
1	49,5	49,08	33	31,9	11,86
2	27,4	43,1	34	31,9	5,69
3	30	9,22	35	31,9	5,58
4	38	14,81	36	31,9	-1,57
5	28,5	3,39	37	31,9	5,37
6	26,7	5,35	38	31,9	5,89
7	42,2	5,26	39	40,9	5,99
8	44,5	6,45	40	28,8	6,69
9	44,1	14,73	41	21,6	6,9
10	44,1	16,99	42	16,8	4,57
11	44,1	26,52	43	20,2	4,82
12	44,1	7,38	44	55	38,24
13	44,1	12,41	45	39	41,51
14	37,1	28,05	46	29,3	19,39
15	37,1	10,68	47	33,3	20,04
16	37,1	18,14	48	48,7	4,6
17	37,1	9,84	49	77,2	4,31
18	37,1	15,4	50	66,5	30,04
19	2,9	17,89	51	37,5	4,78
20	40,3	9,53	52	21,9	8,44
21	40,3	4,85	53	27,2	5,75
22	40,3	2,48	54	31,5	3,65
23	40,3	1,61	55	30,2	7,31
24	40,3	4,07	56	32,4	22,57
25	40,3	5,1	57	43,6	33,92
26	40,3	4,25	58	53,3	27,6
27	40,3	5,58	59	58,3	47,89
28	31,9	2,44	60	32,4	13
29	31,9	2,5	61	32,7	19,41
30	31,9	7,76	62	36,3	21,22
31	31,9	1	63	31,6	21,02
32	31,9	3,76	64	40,9	47,49

4.5. Velocidades de recalque

Como as medições foram feitas com a edificação ainda em construção, adotou-se como parâmetro de comparação 200 $\mu\text{m}/\text{dia}$ proposta por Milititski, Consoli e Schnaid (2015) para avaliar as velocidades observadas. As velocidades de recalque estão apresentadas na Tabela 4.

Observou-se através da análise da Tabela 4 que 75% das fundações apresentaram velocidades inferiores à 200 $\mu\text{m}/\text{dia}$ na fase construtiva, os outros 25% apresentaram valores acima, distribuídos da seguinte forma:

- 15,63% apresentaram velocidades variando entre 200 e 300 $\mu\text{m}/\text{dia}$

- 4,69% apresentaram velocidades variando entre 300 e 400 $\mu\text{m}/\text{dia}$
- 1,56% apresentaram velocidades variando entre 400 e 500 $\mu\text{m}/\text{dia}$
- 3,13% apresentaram velocidades variando entre 600 e 700 $\mu\text{m}/\text{dia}$

Tabela 3 - Velocidades de recalque médias obtidas in loco.

Bloco	Velocidade ($\mu\text{m}/\text{dia}$)	Bloco	Velocidade ($\mu\text{m}/\text{dia}$)
1	70,04	33	130,33
2	101,75	34	14,31
3	54,40	35	46,31
4	94,35	36	33,37
5	88,56	37	103,82
6	88,38	38	60,59
7	126,81	39	166,13
8	157,23	40	212,17
9	145,19	41	91,24
10	283,26	42	109,55
11	414,33	43	112,56
12	66,75	44	697,15
13	197,24	45	275,86
14	313,42	46	232,23
15	211,72	47	178,17
16	291,38	48	128,15
17	153,31	49	106,15
18	191,39	50	637,21
19	180,60	51	200,00
20	135,37	52	170,13
21	14,89	53	206,61
22	53,19	54	47,02
23	21,51	55	98,94
24	49,96	56	191,44
25	64,06	57	363,93
26	48,52	58	174,42
27	46,31	59	383,39
28	26,04	60	119,10
29	17,55	61	153,41
30	24,83	62	130,78
31	3,45	63	281,50
32	40,46	64	217,60

5. Conclusão

Através da análise dos dados avaliados foi possível obter vários resultados acerca do estudo proposto. Os resultados foram apresentados na mesma ordem do trabalho e discutidos de acordo com as normas e bibliografias pertinentes.

O primeiro item analisado foi o desenvolvimento dos recalques no tempo. Através dessa avaliação foi possível verificar o comportamento de cada fundação em função do período decorrido e consequente acréscimo de carga realizado sobre a fundação e transmitida ao solo.

Não foram observadas patologias típicas de recalques diferenciais em nenhuma das edificações estudadas. Com relação às distorções angulares geradas pelos recalques diferenciais foram feitas comparações com os limites estipulados pela literatura e com os limites dos relatórios da empresa Gusmão Engenheiros Associados, responsável pelo relatório de previsões de recalque. Em nenhum dos dois critérios observou-se distorções que requeressem qualquer tipo de atenção especial ou gerasse alguma preocupação com relação à estabilidade do sistema.

Com relação à velocidade de propagação de recalques a análise quantitativa demonstrou que a maioria das edificações está abaixo do valor estipulado na literatura e os valores que estão acima são de edificações que apresentaram estabilização do maciço.

Conclui-se que os recalques observados estão dentro dos valores esperados, bem como suas distorções e recalques diferenciais. A maioria das edificações já se encontra ocupada por seus proprietários e não foram informados quadros de patologias devido a recalques em nenhuma delas.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR6122, Projeto e Execução de Fundações, 2010.
- Calduro, E. L. Execução de Radiers Protendidos. Fortaleza, 2000.
- Feitosa, L. R. L. Radier Protendido. Thécne. 2012.
- Gusmão, A. D. Estudo da Interação Solo-Estrutura e sua Influência em Recalques de Edificações. Rio de Janeiro, 1990.
- Mattos, E. F. O. D. Introdução ao Estudo de Fundações. Salvador: Editora Independente, 2004.
- Milititsk, J.; Consoli, N. C.; Schnaid, F. Patologia de Fundações. São Paulo: Oficina dos Textos, 2015.
- Oliveira, P. E. S. Análise de Provas de Carga e Confiabilidade para Edifício Comercial na Região Metropolitana do Recife. Recife, 2013.
- Santos, R.A.M. Análise dos tipos de Fundações na Região Metropolitana do Recife de 2000 a 2010. Projeto Final de Curso. Escola Politécnica de Pernambuco (UPE). Recife, 2012.
- Velloso, D. D. A.; Lopes, F. D. R. Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais e fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.