

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS FUNDAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE SÃO LUIS/MA NO PERÍODO DE 1987-2011

Rômulo da Conceição do Rosário (UFMA) E-mail: romulorosario955@gmail.com
Rodrigo da Cruz de Araujo (UFMA) E-mail: rodrigocruzaraujo@gmail.com

Resumo: As fundações de uma edificação são as estruturas responsáveis por transmitir os esforços provenientes da edificação para o solo. Existem vários tipos de fundações, no entanto, essas podem ser divididas em dois grandes grupos: fundações superficiais e profundas. Nas últimas décadas, especialmente de meados dos anos 90 até por volta de 2011, a construção civil no Brasil apresentou um grande crescimento. O objetivo desse trabalho foi estudar a evolução da construção civil em São Luís (MA), especialmente no que se refere aos tipos de fundações adotados em um período de 25 anos. Por meio de coleta de dados secundários, pôde-se fazer o levantamento de quais os tipos de fundações mais utilizados na cidade. Os dados utilizados incluíram também a identificação da obra, o número de “torres” ou “blocos” de cada empreendimento, número de pavimentos e ano de construção. A partir do levantamento desses dados foram feitas análises nas quais as informações foram correlacionadas buscando-se reconhecer as mudanças nas práticas da construção civil no período. Os resultados permitiram identificar tendências como de aumento no padrão de número de torres e de inversão no tipo de fundação predominante com o decorrer dos anos.

Palavras-chaves: Fundações Superficiais; Fundações Profundas, Construção Civil.

ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF CIVIL CONSTRUCTION FOUNDATIONS IN THE CITY OF SÃO LUIS/ MA IN THE PERIOD OF 1987-2011

Abstract: The foundations of a building are responsible for transmitting the efforts to the ground. There are several types of foundations however these can be divided into two large groups: shallow foundations and deep foundations. In the last decades, especially from the mid-1990s until around 2011, civil construction in Brazil showed great growth. The objective of this research was to study the evolution of civil construction in São Luís (MA), especially with regard to the types of foundations adopted in a period of 25 years. By collecting secondary data, it was possible to survey the types of foundations most used in the city. The data used also includes the identification of the building, the number of towers or blocks of each construction project, number of floors and years of construction. From the survey of these data were made analysis, in which the informations were correlated with the aim of recognizing the changes in the construction practices in the period. Results allowed identifying trends, such as an increase in the number of towers and the inversion in the type of foundation that predominates over the years.

Keywords: Shallow Foundations, Deep Foundations, Civil Construction

1. Introdução

Uma edificação, pensando no contexto estrutural, é um conjunto de elementos estruturais que resistem e transmitem os esforços, de uma maneira progressiva: os elementos estruturais superiores resistem aos seus respectivos esforços e os transmitem para os elementos inferiores. A transmissão dos esforços superiores para os inferiores se dá pelos pilares. No entanto, é necessário um componente que tenha essa mesma função de transmitir tais cargas ao terreno sobre o qual a edificação se apoia. Esse componente é denominado fundação.

De forma geral, a necessidade de se conhecer as propriedades do solo na engenharia civil advém da grande importância que este possui nas obras de engenharia. Além do aproveitamento do solo como material de construção em diversos tipos de obras, o solo tem

como principal função a absorção de carregamentos externos advindos dos elementos estruturais de fundações (Borgatto, 2017).

No entanto, da mesma forma que o solo possui grande importância na engenharia civil, ele também é fonte de incerteza. Flores (2008) afirma que as características do solo apresentam uma estruturação espacial, podendo ser semelhantes em pontos próximos e tendendo a modificar-se à medida que a distância entre esses pontos aumenta. Essas incertezas são divididas, segundo Vanmarcke (1977), em três: devido a natural heterogeneidade dos solos *in situ*, devido às limitações dos ensaios e informações disponíveis para quantificar as características do solo e devido aos erros de medições.

Tais incertezas afetam diretamente no projeto de dimensionamento de fundações, que, por essa razão, necessita de um fator de segurança elevado com intuito de levar em consideração qualquer imprecisão que possa comprometer a estrutura. Desta forma, conhecer com antecedência as práticas de fundações de um determinado local pode contribuir positivamente para obras futuras através da redução de custos e de tempo, além de permitir um registro técnico com tais informações, auxiliando assim os profissionais de engenharia civil em futuras edificações, (SALAME, 2003).

Paralelamente a isso se verifica, conforme expõem Fochezatto & Ghinis (2011), que nas últimas décadas a construção civil no Brasil seguiu “uma trajetória de crescimento exponencial, particularmente em termos de produção”. No mesmo sentido, de acordo com Amorin (2014), o setor cresceu mais de 74% entre 1994 e 2013.

No Maranhão o setor foi responsável por gerar mais de 4 bilhões de reais de valor adicionado bruto em 2011 (IMESC, 2016) e ocupar mais de 60 mil trabalhadores no ano de 2011 (Ministério do Trabalho, 2011).

São Luís é a capital do estado do Maranhão e principal cidade da região metropolitana e possuía no ano de 2010, um total de 1.014.837 de habitantes e densidade demográfica de 1.215,69 habitantes por quilômetro quadrado, de acordo com os dados do IBGE (2010).

Nesse contexto, esse trabalho visa realizar uma análise sobre a evolução da construção civil e dos tipos de fundações utilizadas em edificações da cidade de São Luís do Maranhão no decorrer de um período de 25 anos. Especificamente, os objetivos são de verificar o número de pavimentos dos edifícios, o tipo de fundação e o ano de realização de diversas construções, buscando correlacionar tais informações a fim de identificar as tendências de mudanças ocorridas no padrão de construção civil da cidade no referido período.

2. Fundações

As fundações, na engenharia civil, são elementos estruturais que transmitem as forças provenientes de uma edificação para o solo. Uma eventual sobrecarga excessiva pode resultar em recalques inadmissíveis ou rupturas por cisalhamento no solo, o que danifica a estrutura (Braja, 2007). Uma vez que a estabilidade global da edificação depende da capacidade de carga dessas subestruturas, seu desempenho é de suma importância para a edificação como um todo.

Para se executar um projeto de fundações, de acordo com Velloso & Lopes (2010), é imprescindível que o projetista tenha em mãos os elementos necessários ao projeto que incluem topografia da área; dados geológicos-geotécnicos; dados sobre construções vizinhas e informações da estrutura a construir.

Especificamente em relação às características da estrutura a construir é necessário que essas informações sejam discutidas entre o responsável pelo dimensionamento do projeto da subestrutura com o da superestrutura, haja vista a inevitável interação desses elementos

(Hachich et al., 1998). Já em relação aos dados geológicos-geotécnicos percebe-se facilmente sua importância, pois permitem a caracterização de suas propriedades físicas e mecânicas das camadas que compõem o terreno. Tais parâmetros são utilizados para projetar fundações e determinar o uso de solos como material de construção (Budhu, 2010).

2.1. Fundações superficiais (rasas ou diretas)

Segundo Moreira (2011) “as fundações diretas, [...], são elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação”. Segundo Fernandes (2014) a base pode ser das mais variadas formas, como circular, retangular quadrada, corrida e irregular. A NBR 6122– Projeto e execução de fundações (ABNT, 2010) complementa a definição dada ao afirmar que a profundidade de assentamento da fundação em relação ao terreno é inferior a duas vezes a menor dimensão desse elemento estrutural.

Ainda de acordo com a NBR 6122 (ABNT, 2010), existem vários tipos de fundações diretas: sapatas (elemento de fundação de concreto armado dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas sejam resistidas por armadura disposta para essa finalidade) e que podem possuir espessura constante ou variável e possuir base retangular, trapezoidal ou quadrangular, sendo esta a mais utilizada, quando vista em planta (Villalaz, 2004); bloco (elemento de fundação de concreto dimensionado de forma que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura); radier (elemento de fundação superficial que abrange parte ou todos os pilares de uma edificação, distribuindo os carregamentos); sapata associada (sapata comum a dois ou mais pilares) e sapata corrida (sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento). Já Braja (2007) define que sapata corrida é uma sapata sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente, cuja relação entre seu comprimento e largura é superior a cinco.

2.2. Fundações profundas

A NBR 6122 (ABNT, 2010) define que fundações profundas são elementos de fundação que transmitem a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, estando a ponta ou base em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas e os tubulões (ABNT, 2010).

Segundo a NBR 6122/2010 (ABNT, 2010), estacas têm como característica serem executados inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que ocorra descida do operário em qualquer fase da execução. Podem ser de madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado in loco ou pela combinação dos anteriores. São utilizadas para transmitir as cargas de uma estrutura para camadas mais profundas do solo, seja por tais camadas serem mais resistentes que as camadas superficiais ou por estas serem compressíveis ou débeis a ponto de não proporcionarem o suporte adequado (Peck et al, 1983; Villalaz, 2004).

Tubulões, por sua vez, são elementos de fundação profunda escavados no terreno em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de pessoas, para executar o alargamento de base ou pelo menos a limpeza do fundo da escavação. Nesse tipo de fundação as cargas são transmitidas essencialmente pela ponta. (ABNT, 2010, p.3)

3. Metodologia

Para atender o objetivo do trabalho, foi necessário fazer um levantamento de dados relativos às edificações da região de São Luís do Maranhão.

Para realização do trabalho, inicialmente o levantamento de dados contabilizou 61

empreendimentos, que totalizavam mais de 120 torres, uma vez que em diversos casos a construção se referia a condomínios residenciais compostos por dois ou mais prédios. No entanto, do quantitativo inicial a amostra foi reduzida a apenas 41 empreendimentos, totalizando 101 torres, uma vez que somente destas foram identificadas adequadamente as informações referentes às classes de fundações.

As informações utilizadas, relativas a cada obra, foram obtidas diretamente da(s) construtora(s) e consistiram em: identificação da obra, endereço da obra, tipo de edifício (se residencial ou comercial), número de blocos/torres, número de pavimentos, ano de construção (início e término), classe da fundação.

Os dados supracitados abrangeram os anos de 1987 até 2011. Dessa forma, para analisar as mudanças ocorridas ao longo do tempo, optou-se por subdividir a amostra em três intervalos de tempo de mesma duração (de 1987 a 1995, de 1996 a 2003 e de 2004 até 2011).

A partir das informações obtidas, a etapa de análise dos dados consistiu, então, em buscar estabelecer correlações entre elas, tais como: o percentual das edificações em função do número de pavimentos para cada período considerado; o percentual de cada classe de fundações das edificações para cada período; as classes de fundações adotadas (em termos percentuais) em relação ao número de pavimentos da construção, dentre outras.

4. Apresentação e Análises dos Resultados

Neste item serão apresentados os imóveis em função do número de pavimentos, da quantidade de torres, da classe de fundações e, além disso, essas informações serão correlacionadas. Será levado em conta também uma divisão cronológica desde o ano de 1987, data de início do primeiro imóvel, até 2011, data de início do último imóvel.

4.1. Número de pavimentos das edificações

No que se refere ao número de pavimentos, foram adotados intervalos da seguinte forma: edificações de até 5 pavimentos, de 6 a 10 pavimentos, de 11 a 15 pavimentos e com mais de 15 pavimentos. Assim, foi elaborada uma tabela que resume o percentual de construções existentes em cada um daqueles intervalos dos (tabela 1).

Tabela 1: Número de pavimentos das edificações

Nº de pavimentos	Nº de torres	Percentual
Até 5 pavimentos	11	10,89
De 6 a 10 pavimentos	47	46,53
De 11 a 15 pavimentos	22	21,78
Mais de 15 pavimentos	21	20,79
Total	101	100,00

Fonte: próprio autor

Observa-se que poucos foram os empreendimentos que apresentaram 5 ou menos pavimentos. Ocorreu uma pequena diferença numérica entre aqueles que possuem de 11 a 15 pavimentos e os com mais de 15 pavimentos. No entanto, a maior discrepância se dá ao compararem-se os imóveis que possuem de 6 a 10 pavimentos com os demais, verificando-se que essa faixa sozinha corresponde a quase 50% do total.

4.2. Quantidade de torres por empreendimento a cada intervalo de anos considerados

Tendo em vista que a data de início da construção da primeira edificação apresentada foi no

ano de 1987 e a última edificação se iniciou em 2011, representando um período de 25 anos, os números totais de torres construídos em todos esses anos foram divididos em 3 intervalos de tempo: de 1987 a 1995, de 1996 a 2003 e de 2004 a 2011.

Conforme mencionado anteriormente, o total de 101 torres corresponde a apenas 43 empreendimentos diferentes. Dessa forma, as tabelas 2, 3 e 4 apresentam, então, o número de empreendimentos construídos em cada período com suas respectivas quantidade de torres, indicando ainda os percentuais que tais quantidades representam em relação aos totais (de empreendimentos e de torres).

Tabela 2: Número de torres por empreendimento no período de 1987-1995

Quantidade de Empreendimentos	% do total de Empreendimentos	Quantidade de Torres	Total de Torres	% do Total de Torres
1	10%	2	2	10%
1	10%	10	10	50%
8	80%	1	8	40%

Fonte: Próprio autor

Tabela 3: Número de torres por empreendimento no período de 1996-2003

Quantidade de Empreendimentos	% do total de Empreendimentos	Quantidade de Torres	Total de Torres	% do Total de Torres
13	100%	1	13	100%

Fonte: Próprio autor

Tabela 4: Número de torres por empreendimento no período de 2004-2011

Quantidade de Empreendimentos	% do total de Empreendimentos	Quantidade de Torres	Total de Torres	% do Total de Torres
12	66,67%	1	12	17,65%
1	5,56%	12	12	17,65%
1	5,56%	2	2	2,94%
2	11,11%	10	20	29,41%
2	11,11%	11	22	32,35%

Fonte: Próprio autor

Destaca-se que, no período mais remoto da amostra considerada, o padrão geral dos empreendimentos era de possuírem apenas uma torre, característica que se manteve no segundo intervalo. No período mais recente, nota-se o surgimento de uma nova tendência, na qual os empreendimentos passam a apresentar maior número de torres, nos chamados “condomínios clubes”. Verifica-se que, para esse intervalo de anos, pouco mais de 27% dos empreendimentos já são constituídos por condomínios com mais de 10 torres, enquanto as construções com apenas uma torre, apesar de ainda predominantes, passam a ter sua participação relativa diminuída, representando agora apenas dois terços da amostra.

No que diz respeito ao número total de torres construídas em função dos períodos, o intervalo mais antigo apresentou mais torres que o segundo. Destaca-se que o período mais recente, do ano de 2004 até 2011, prevaleceu sobre os demais, correspondendo a mais de dois terços do

total.

4.3. Classe das fundações

Considerando-se as duas classes de fundações (superficiais e profundas), será mostrado a seguir o percentual que cada uma dessas representa em relação aos 101 torres aqui analisados (tabela 5).

Tabela 5: Classe das fundações adotadas

Tipo de fundação	Número total de torres	Percentual
Superficiais	34	33,66
Profundas	67	66,34
Total	101	100,00

Fonte: Próprio autor

Observa-se então a predominância da utilização de fundações profundas sobre as fundações superficiais.

4.4. Percentual do número de pavimentos das torres em função da estratificação cronológica

A fim de verificar a existência de uma tendência das edificações em relação às suas quantidades de pavimentos, foi feita a correlação entre o número de pavimentos (levando em consideração os intervalos de até 5 pavimentos, de 6 a 10, de 11 a 15 e mais de 15 pavimentos) dos empreendimentos com os intervalos cronológicos adotados (de 1987 a 1995, de 1996 a 2003 e de 2004 a 2011) (Figura 1).

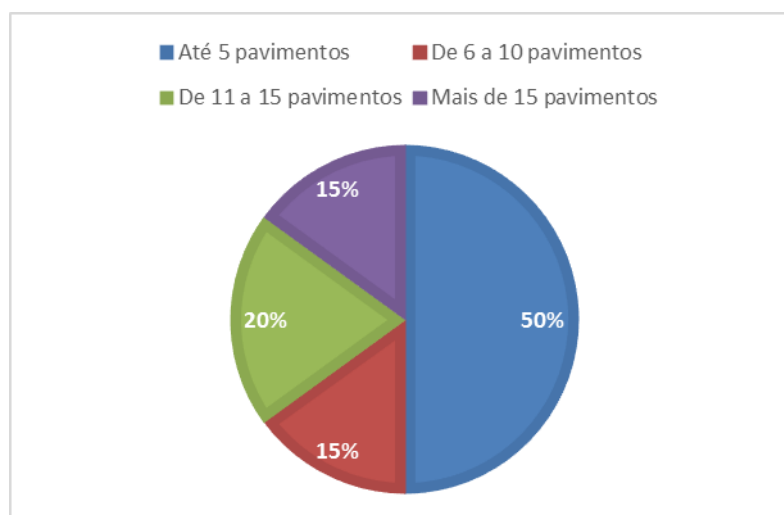


Figura 1: Percentual de empreendimentos em função do número de pavimentos entre 1987 e 1995

Percebe-se, nesse período, a predominância entre os edifícios com até 5 pavimentos sobre os demais. Tal predominância chama atenção, uma vez que, no levantamento geral, construções com esse número de pavimentos são as menos encontradas.

Para o período entre 1996 e 2003, têm-se os resultados indicados na Figura 2.

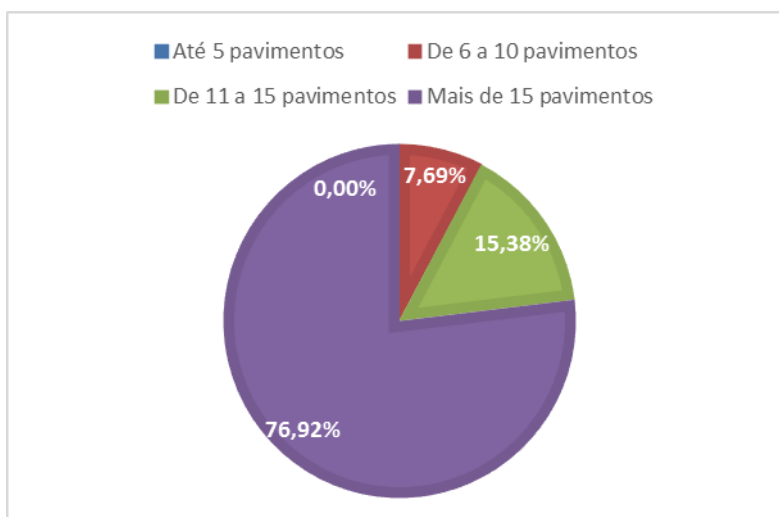


Figura 2: Percentual de empreendimentos em função do número de pavimentos entre 1996 e 2003

Nesta comparação há certo desequilíbrio uma vez que os imóveis com mais de 15 pavimentos possuem uma diferença significativa quando comparado aos demais. Observa-se também que, neste período, não há edificações que possuem 5 ou menos pavimentos.

A Figura 3 indica os resultados para o último intervalo, entre os anos de 2004 e 2011.

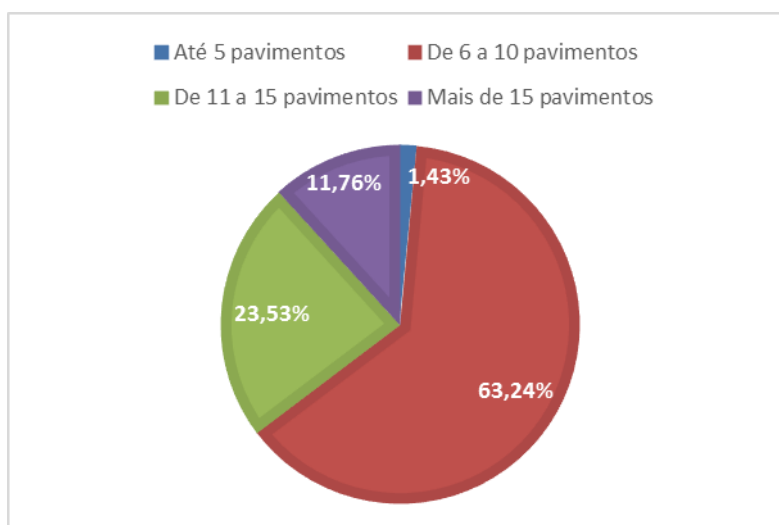


Figura 3: Percentual de empreendimentos em função do número de pavimentos entre 2004 e 2011

Dessa vez os edifícios que possuem de 6 a 10 pavimentos predominaram, seguidos por aqueles de 11 a 15 pavimentos. Novamente, os edifícios com 5 ou menos pavimentos apresentaram uma ocorrência muito inferior à dos demais.

4.5. Percentual das classes de fundações de acordo com a estratificação cronológica

Aqui serão correlacionados os dados referentes às classes de fundações das construções com seus respectivos anos (divididos nos mesmos intervalos cronológicos mostrados anteriormente). Apresentam-se na Figura 4 as análises referentes ano de 1987 a 1995.



Figura 4: Fundações superficiais x fundações profundas entre 1987 e 1995

Para o primeiro período, chama a atenção o fato de haver predominância absoluta das fundações superficiais, com todas as vinte torres desse período possuindo fundações dessa classe.

No intervalo seguinte, de 1996 a 2003, têm-se os resultados indicados na Figura 5.

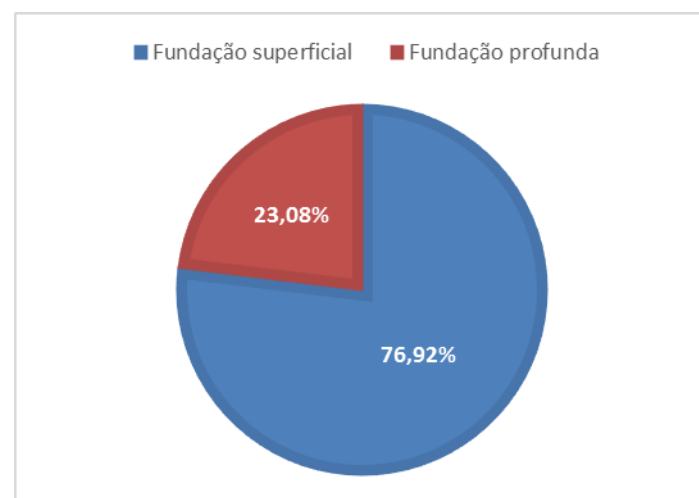


Figura 5: Fundações superficiais x fundações profundas entre 1996 e 2003

Observa-se que ainda houve predominância das fundações superficiais mesmo que a representatividade das fundações profundas tenha aumentado.

Por fim, a Figura 6 corresponde ao intervalo de 2004 até 2011.

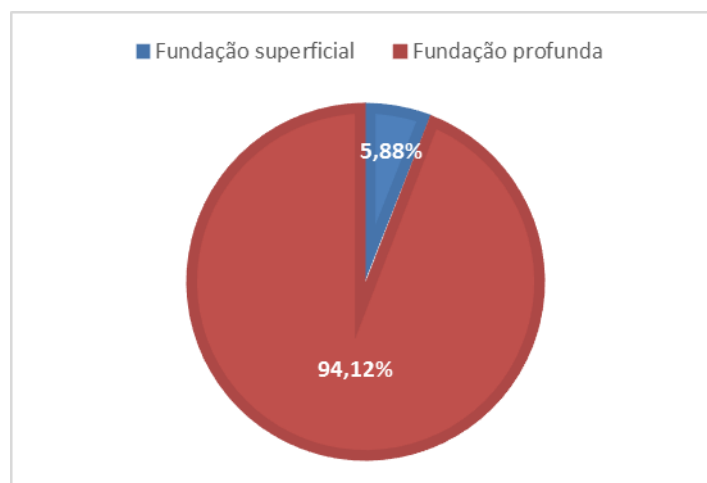


Figura 6: Fundações superficiais x fundações profundas entre 2004 e 2011

Já no último período avaliado as fundações profundas predominaram, apresentando um aumento de mais de 70% em relação a sua representatividade no período de tempo anterior.

4.6. Tipo de fundação em função do número de pavimentos

Neste tópico os dados a serem relacionados são tipo das fundações e a quantidade de pavimentos, de acordo com o mesmo intervalo já utilizado anteriormente. A Figura 7 refere-se às edificações que possuem até 5 pavimentos.

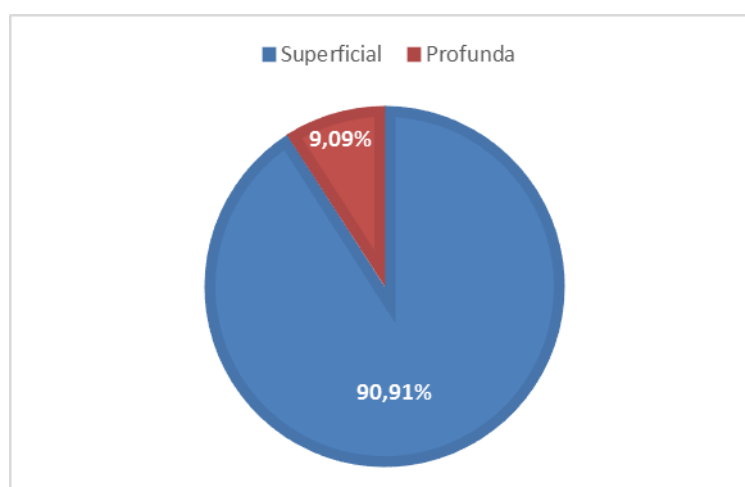


Figura 7: Percentual dos tipos de fundações dos empreendimentos que possuem até 5 pavimentos

Percebe-se que para os empreendimentos mais baixos houve a predominância das fundações rasas. Ressalta-se que o percentual de construções que adotaram fundação profunda, nessa situação, refere-se na verdade a um único empreendimento, o qual tem um caráter diferenciado, por tratar-se de um shopping, ou seja, uma construção que apesar de ter poucos pavimentos não se configura como de pequeno porte.

Para as edificações que possuem de 6 até 10 pavimentos, tem-se a Figura 8.

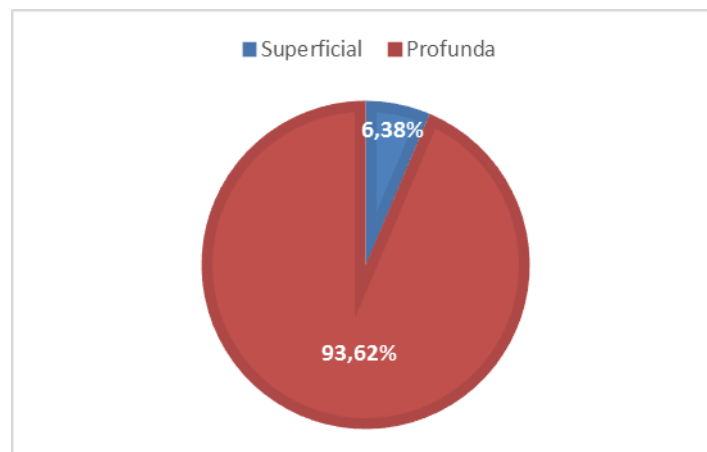


Figura 8: Percentuais dos tipos de fundações dos empreendimentos que possuem de 6 a 10

Percebeu-se uma inversão no percentual das fundações em relação ao gráfico anterior, em que desta vez as fundações profundas prevaleceram.

Os percentuais das fundações das edificações que possuem de 11 a 15 pavimentos são apresentados na Figura 9.

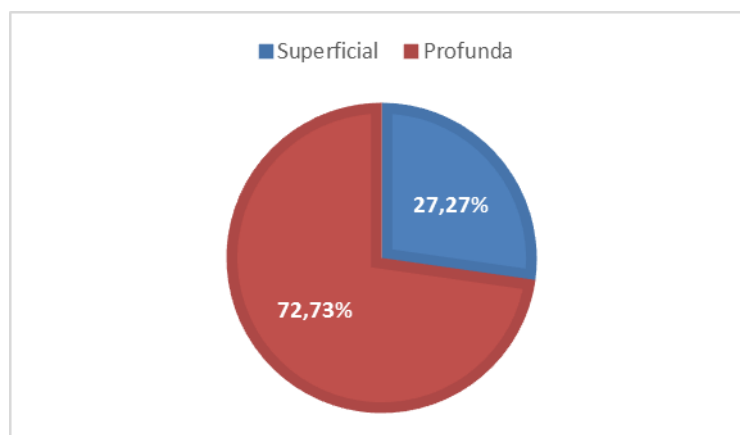


Figura 9: Percentuais dos tipos de fundações dos empreendimentos que possuem de 11 a 15 pavimentos

Novamente as fundações profundas possuíram maior representatividade que as rasas.

Já para o último caso, referente aos empreendimentos com mais de 15 pavimentos, os resultados são apresentados na Figura 10.

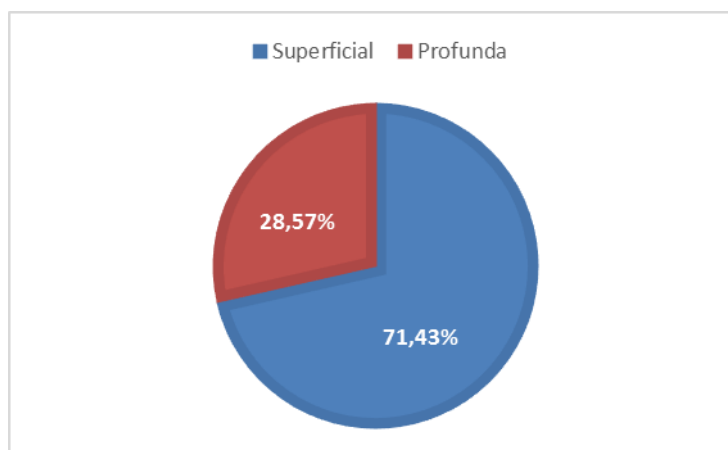


Figura 10: Percentuais dos tipos de fundações dos empreendimentos que possuem mais de 15 pavimentos

Chama atenção, nesse caso, que a utilização de fundações superficiais preponderou sobre as profundas com uma diferença de quase 50%, a despeito de tratar-se do intervalo referente aos prédios de maior número de pavimentos.

5. Considerações Finais

A verificação do número de pavimentos das construções analisadas mostra que dos 101 torres contabilizados neste trabalho 47 deles, que representam 46,53%, possuem entre 6 e 10 pavimentos. A cidade de São Luís ainda hoje não possui edificações do tipo “arranha-céu”, com número realmente elevado de pavimentos. Para a amostra estudada a torre que apresentou a maior quantidade possui 19 pavimentos.

No que diz respeito à análise do número de construções em cada período percebe-se a predominância de edifícios construídos no intervalo entre os anos de 2004 a 2011, representando 67,33%. Tal percentual reflete um período recente de grande expansão da construção civil, relacionado a um momento em que a economia do país se encontrava “aquecida”, proporcionando alta de valores do metro quadrado, repercutindo em grande número de empreendimentos lançados. Destaca-se também que mesmo tendo havido um quantitativo menor de empreendimentos entre os anos de 1987 e 1995, seu número de torres foi maior que aqueles construídos entre 1996 e 2003.

Em relação à comparação do número de pavimentos das edificações em cada período, os resultados obtidos mostram que houve uma tendência de edifícios com até 5 pavimentos no primeiro intervalo de tempo. Já no período seguinte, a tendência foi de edifícios com 15 pavimentos ou mais para que então, entre os anos de 2004 e 2011, prevalecessem os edifícios com 6 a 10 pavimentos. É natural que com o decorrer do tempo as edificações passem a ser mais verticais uma vez que o crescimento populacional ocorre constantemente ocasionando uma maior demanda por edificações de forma geral. No entanto, esse aumento do número de empreendimentos altos não ocorreu no último período. Uma possível explicação pode estar relacionada ao número de empreendimentos e torres construídos em cada período. Observa-se que no segundo período foram poucos empreendimentos e o padrão eram torres únicas (e em geral com poucos apartamentos por andar) que, por isso, precisavam ser mais altas (do ponto de vista de investimento da construtora). Já no último período, o número de pavimentos pode ter voltado a decrescer porque os empreendimentos passaram a ter mais torres e mais apartamentos por torre.

Sobre a classe de fundações utilizados nos edifícios de maneira geral, percebeu-se a predominância das fundações profundas sobre as superficiais. Os resultados mostram,

entretanto, que grande parte das fundações rasas foram utilizadas entre os dois primeiros intervalos de tempo, de 1987 a 1995 e de 1996 a 2003, períodos em que tal classe de fundações predominava em relação às profundas. Já entre os anos de 2004 e 2011 observou-se a inversão da tendência, com o percentual de torres que adotaram fundações profundas superando significativamente os que adotaram superficiais. Isso pode ser um indicativo de que, com o decorrer dos anos, a construtora em questão tenha optado por utilizar fundações profundas.

Por fim, a relação entre o tipo de fundação adotada e o número de pavimentos indica uma predominância de fundações superficiais para as torres com até 5 pavimentos, o que é esperado. Notou-se também que dentre os empreendimentos na faixa até 5 pavimentos ou menos apenas um adotou fundações profundas, tratando-se de uma situação diferenciada pois, apesar de não possuir muitos pavimentos, é uma construção de considerável porte (um shopping center) e de período recente. Já as fundações profundas predominaram para construções de 6-10 e 11-15 pavimentos, que reflete uma tendência natural de se necessitar de fundações profundas à medida que ocorre a verticalização da cidade.

Destaca-se aqui o resultado encontrado para prédios com mais de quinze pavimentos, em que foi verificada adoção majoritária de fundações superficiais, contrariamente ao que seria esperado para edifícios de maior porte. Uma possível explicação pode ser justamente o fato de que a maior parte dos edifícios com mais de 15 pavimentos foram construídos no segundo período considerado, no qual aparentemente as soluções em fundações superficiais tinham a preferência nas construções locais, ao menos no que se refere à amostra estudada, talvez por questões referentes à limitação de opções de fundações profundas no mercado local naquele momento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à construtora Franere pela disponibilização das informações que possibilitaram a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *Projeto e execução de fundações. NBR 6122.* Rio de Janeiro, 2010.

Amorin, K. *Construção civil cresceu 74,25% nos últimos anos, revela estudo do SindusCon-MG.* Construção Mercado: negócios de incorporação e construção. Recuperado em 12 de julho de 2018, de <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx>, 2014.

Borgatto, A. V. A. *Mecânica dos solos.* Rio de Janeiro: Estácio, 2017.

Braja, M. DAS. *Fundamentos da Engenharia Geotécnica.* Tradução da 6ª ed americana. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

Budhu, M. *Soil Mechanics Foundations.* 3 ed. Wiley: New Jersey, 2010.

Fernandes, I. *FUNDAÇÕES DIRETAS EM ATERROS REFORÇADOS COM GEOSSINTÉTICOS.* (139 f.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2014.

Flores, E. A. F. *Análises probabilísticas da estabilidade de taludes considerando a variabilidade espacial do solo.* (178 f.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Fochezatto, A. e Ghinis, C. P. *Determinantes do crescimento da construção civil no Brasil e no Rio Grande do Sul: evidências da análise de dados em painel.* Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 31, Número Especial, p. 648-678, jun. 2011.

Hachich, W., Falconi, F. F., Saes, J. L., Frota, R. G. Q., Carvalho, C. S., Niyama, S. *Fundações: teoria e prática.* 2 ed. São Paulo: Pini, 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo Demográfico - 2010.* Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado em 11 de julho de 2018, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>. 2010.

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC. *Produto Interno Bruto do Estado do Maranhão – Período 2010 a 2014.* Produt. Inter. Brut. do Maranhão, São Luís, V. 11, p. 1-42, 2016. Recuperado em 17 de julho de 2018, de http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/DivulgacaoPIB_2014.pdf. 2016.

Ministério do Trabalho. *RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS – RAIS 2011.* Recuperado em 21 de julho 2018, de <ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/rais/2011/estaduais/MA.pdf>. 2011.

Moreira, M. M. P. *Capacidade de carga em fundações superficiais.* (133 f.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

Peck, R.B.; Hanson, W.E.; Thornburn, T.H. *Ingeniería de cimentaciones.* 2 ed. México: Limusa. 1983.

Salame, A. M. *Mapeamento das fundações mais usadas na cidade de Belém – PA: Aspectos gerais e proposta preliminar de mapeamento de soluções utilizadas em casos recentes.* (182 f.). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém. 2003.

Vanmarcke, E. H. *Probabilistic Modelling of Soils Profiles.* Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE. Vol. 103, Pag. 1227-1246, 1997.

Velloso, D. A.; Lopes, F. R. *Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas.* São Paulo: Oficina de textos, 2010.

Villalaz, C. C. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 5 ed. México: Limusa, 2004.