


RECALQUES DE FUNDAÇÕES RASAS NO MUNICÍPIO DE SANTOS/SP

SETTLEMENTS OF SHALLOW FOUNDATIONS IN THE MUNICIPALITY OF SANTOS/SP

ASENTAMIENTOS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN EL MUNICIPIO DE SANTOS/SP

 <https://doi.org/10.56238/arev8n5-052>

Data de submissão: 14/04/2026

Data de publicação: 14/05/2026

Jonathas Lins Alves

Mestrando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade São Judas Tadeu

E-mail: Jon.lins@hotmail.com

Orcid: 0009-0008-4806-9169

Cláudia Terezinha Knies

Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade São Judas Tadeu

E-mail: kniesscl@gmail.com

Orcid: 0000-0002-1961-2037

RESUMO

Objetivo – O estudo investiga a correlação entre os fatores históricos, econômicos, geotécnicos e institucionais que condicionaram a adoção generalizada de fundações rasas em edificações no município de Santos/SP, bem como suas implicações no desempenho estrutural e nas manifestações patológicas associadas aos recalques diferenciais. **Metodologia** – A metodologia consistiu em revisão de literatura e pesquisa documental em bases científicas consolidadas (Google Scholar, SciELO, Periódicos CAPES e Web of Science), complementada pela análise de documentos institucionais. As fontes foram selecionadas com base na aderência temática, relevância técnico-científica e aplicabilidade ao contexto da Baixada Santista, priorizando trabalhos clássicos e estudos recentes. O recorte temporal abrangeu produções entre as décadas de 1950 e 2024, contemplando a evolução do conhecimento geotécnico e das abordagens relacionadas à verticalização urbana e às manifestações patológicas. **Originalidade/relevância** – O trabalho preenche um gap teórico ao realizar uma síntese integrada que transcende a análise puramente técnica das edificações inclinadas, inserindo o fenômeno no contexto da "lógica do lucro imediato" e da verticalização urbana acelerada em solos altamente compressíveis. A relevância acadêmica e social reside na compreensão de um passivo urbano que envolve 319 edificações monitoradas na cidade mais verticalizada do Brasil. **Resultados** – As evidências indicam que a manutenção de fundações rasas foi impulsionada por motivações econômicas, visto que custavam entre 5% e 7% do valor da obra, contra 14% das fundações profundas. Esse fator, aliado à pressão imobiliária, levou à construção de prédios de até dezoito pavimentos sobre argilas marinhas sujeitas a recalques seculares, superando limites técnicos recomendados. Identificou-se que a interação solo-estrutura e a sobreposição de bulbos de tensão são os principais motores das inclinações, que resultam em danos funcionais e patológicos, mas sem risco de ruína imediata registrado até 2023. **Contribuições teóricas/metodológicas** – O estudo contribui para a área de engenharia diagnóstica e urbanismo ao propor um modelo de análise que correlaciona a métrica da distorção angular e a Interação Solo-Estrutura com a evolução dos instrumentos

regulatórios e condicionantes econômicos. Contribuições sociais e ambientais – Os achados fornecem subsídios para o aprimoramento de políticas públicas de segurança urbana, como a Lei de Autovistoria Predial e o Programa PISA, auxiliando na gestão de riscos e na conscientização sobre a ocupação sustentável de terrenos com limitações geotécnicas severas.

Palavras-chave: Santos/SP. Fundações Rasas. Edificações Inclinadas.

ABSTRACT

Objective – This study investigates the correlation between historical, economic, geotechnical, and institutional factors that conditioned the widespread adoption of shallow foundations in buildings in the municipality of Santos/SP, as well as their implications for structural performance and pathological manifestations associated with differential settlements. **Methodology** – The methodology consisted of a literature review and documentary research in consolidated scientific databases (Google Scholar, SciELO, CAPES Journals, and Web of Science), complemented by the analysis of institutional documents. The sources were selected based on thematic adherence, technical-scientific relevance, and applicability to the context of the Baixada Santista region, prioritizing classic works and recent studies. The time frame encompassed productions between the 1950s and 2024, covering the evolution of geotechnical knowledge and approaches related to urban verticalization and pathological manifestations. **Originality/Relevance** – This work fills a theoretical gap by providing an integrated synthesis that transcends the purely technical analysis of leaning buildings, placing the phenomenon within the context of the "logic of immediate profit" and accelerated urban verticalization on highly compressible soils. Its academic and social relevance lies in understanding an urban liability involving 319 monitored buildings in Brazil's most verticalized city. **Results** – The evidence indicates that the maintenance of shallow foundations was driven by economic motivations, as they cost between 5% and 7% of the construction value, compared to 14% for deep foundations. This factor, combined with real estate pressure, led to the construction of buildings up to eighteen stories high on marine clays subject to centuries-old settlement, exceeding recommended technical limits. It was identified that soil-structure interaction and the overlapping of stress bulbs are the main drivers of inclinations, resulting in functional and pathological damage, but without an immediate risk of collapse recorded until 2023. **Theoretical/methodological contributions** – The study contributes to the area of diagnostic engineering and urban planning by proposing an analysis model that correlates the angular distortion metric and soil-structure interaction with the evolution of regulatory instruments and economic constraints. **Social and environmental contributions** – The findings provide support for the improvement of public urban safety policies, such as the Building Self-Inspection Law and the PISA Program, assisting in risk management and raising awareness about the sustainable occupation of land with severe geotechnical limitations.

Keywords: Santos/SP. Shallow Foundations. Inclined Buildings.

RESUMEN

Objetivo – Este estudio investiga la correlación entre factores históricos, económicos, geotécnicos e institucionales que condicionaron la adopción generalizada de cimentaciones superficiales en edificios del municipio de Santos/SP, así como sus implicaciones para el desempeño estructural y las manifestaciones patológicas asociadas con asentamientos diferenciales. **Metodología** – La metodología consistió en una revisión bibliográfica e investigación documental en bases de datos científicas consolidadas (Google Scholar, SciELO, CAPES Journals y Web of Science), complementada con el análisis de documentos institucionales. Las fuentes se seleccionaron en función de la afinidad temática, la relevancia técnico-científica y la aplicabilidad al contexto de la región de Baixada Santista, priorizando trabajos clásicos y estudios recientes. El marco temporal

abarcó producciones entre la década de 1950 y 2024, cubriendo la evolución del conocimiento geotécnico y los enfoques relacionados con la verticalización urbana y las manifestaciones patológicas. Originalidad/Relevancia – Este trabajo llena un vacío teórico al proporcionar una síntesis integrada que trasciende el análisis puramente técnico de edificios inclinados, situando el fenómeno en el contexto de la "lógica del beneficio inmediato" y la acelerada verticalización urbana en suelos altamente compresibles. Su relevancia académica y social radica en la comprensión de un riesgo urbano que involucra a 319 edificios monitoreados en la ciudad más verticalizada de Brasil. Resultados – La evidencia indica que el mantenimiento de cimentaciones superficiales estuvo impulsado por motivaciones económicas, ya que costaban entre el 5% y el 7% del valor de la construcción, en comparación con el 14% para las cimentaciones profundas. Este factor, combinado con la presión inmobiliaria, llevó a la construcción de edificios de hasta dieciocho pisos de altura en arcillas marinas sujetas a asentamientos centenarios, excediendo los límites técnicos recomendados. Se identificó que la interacción suelo-estructura y la superposición de bulbos de tensión son los principales factores que impulsan las inclinaciones, lo que resulta en daños funcionales y patológicos, pero sin un riesgo inmediato de colapso registrado hasta 2023. Contribuciones teóricas/metodológicas: El estudio contribuye al área de ingeniería diagnóstica y planificación urbana al proponer un modelo de análisis que correlaciona la métrica de distorsión angular y la interacción suelo-estructura con la evolución de los instrumentos regulatorios y las restricciones económicas. Contribuciones sociales y ambientales: Los hallazgos respaldan la mejora de las políticas públicas de seguridad urbana, como la Ley de Autoinspección de Edificios y el Programa PISA, contribuyendo a la gestión de riesgos y a la sensibilización sobre la ocupación sostenible de terrenos con severas limitaciones geotécnicas.

Palabras clave: Santos/SP. Cimentaciones Superficiales. Edificios Inclinados.

1 INTRODUÇÃO

O município de Santos consolidou-se como a cidade mais verticalizada do Brasil sob uma lógica urbana privatista, que historicamente priorizou o adensamento vertical em detrimento das limitações geotécnicas do subsolo (IBGE, 2022; Maziviero, 2013; Simões et al., 2024). Nesse contexto, o processo de expansão acelerada contribuiu para a consolidação de um dos problemas sociais e técnicos mais expressivos da região: a elevada concentração de edificações com inclinação visível ao longo da orla marítima (Maffei; Gonçalves, 2016). De acordo com o Ofício nº 569.807/2023 da Prefeitura Municipal de Santos, foram identificadas 319 edificações com algum tipo de inclinação no município (Santos, 2023).

Esse fenômeno encontra-se diretamente associado às características geotécnicas do subsolo local, constituído predominantemente por sedimentos quaternários, com presença de espessas camadas de argilas marinhas muito moles e de elevada compressibilidade (Massad, 2009).

Apesar de a suscetibilidade do solo a recalques por adensamento já ser conhecida desde a década de 1940, a permanência desse sistema construtivo foi fortemente influenciada por fatores econômicos, bem como pela resistência do mercado imobiliário à adoção de soluções mais onerosas (Teixeira, 1994; Dias, 2010). A atuação institucional, por sua vez, ocorreu de forma atrasada do contexto local, sendo a obrigatoriedade de fundações profundas para edificações com mais de doze pavimentos estabelecida apenas em 1986 (Santos, 1986; Teixeira, 1994).

Diante disso, o estudo busca responder: Como fatores econômicos, históricos e institucionais condicionaram a adoção de fundações rasas em desacordo com as limitações geotécnicas?

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo investigar a relação entre os fatores históricos, econômicos, geotécnicos e institucionais que favoreceram a adoção de fundações rasas em edificações no município de Santos/SP, considerando suas implicações no desempenho das edificações.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica e pesquisa documental, com o objetivo de compreender de forma integrada os fatores geotécnicos, históricos, econômicos e institucionais associados ao fenômeno dos recalques diferenciais em edificações no município de Santos/SP.

A revisão bibliográfica caracteriza-se como revisão narrativa, conduzida em bases de dados

científicas consolidadas, incluindo Google Scholar, SciELO, Periódicos CAPES e Web of Science. Foram utilizadas combinações de palavras-chave em português e inglês, tais como: *fundações rasas*, *recalque diferencial*, *interação solo-estrutura*, *edifícios inclinados* e *Santos/SP*.

Os critérios de inclusão adotados foram: (i) aderência temática ao objeto de estudo; (ii) relevância técnico-científica; (iii) reconhecimento acadêmico das fontes; e (iv) contribuição para a compreensão das condições geotécnicas da Baixada Santista. Foram priorizados trabalhos clássicos da literatura geotécnica, complementados por estudos recentes publicados até 2024.

A pesquisa documental contemplou a análise de documentos institucionais e normativos, incluindo legislações municipais, relatórios técnicos e comunicações oficiais da Prefeitura de Santos, com destaque para a Lei de Autovistoria Predial, o Programa de Estudos dos Prédios Inclinados (PISA) e o Ofício nº 569.807/2023.

A análise dos dados foi realizada por meio de análise qualitativa de conteúdo, conforme Bardin (2011), estruturada nas etapas de pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados. A codificação foi orientada por categorias definidas a priori, organizadas em três eixos analíticos: (a) condicionantes geotécnicas; (b) condicionantes histórico-econômicas; e (c) condicionantes institucionais e regulatórios.

Adicionalmente, adotou-se a estratégia de triangulação de fontes, conforme Yin (2015), articulando evidências provenientes da literatura técnica, da produção científica e dos documentos institucionais.

O recorte temporal abrangeu produções entre as décadas de 1950 e 2024, contemplando a evolução do conhecimento geotécnico, das práticas construtivas e dos instrumentos regulatórios relacionados ao objeto investigado.

4 RESULTADOS

4.1 PROCESSO DE VERTICALIZAÇÃO URBANA E CONDICIONANTES HISTÓRICO-ECONÔMICAS

A urbanização da cidade, inicialmente impulsionada pela elite cafeeira, estabeleceu uma dinâmica de valorização imobiliária seletiva e forte divisão socioespacial (Maziviero, 2013). Esse processo foi acelerado a partir de 1947, com a inauguração da via Anchieta, que gerou forte crescimento econômico e populacional, desencadeando um grande aumento da especulação imobiliária (Maziviero, 2013).

A escolha do sistema de fundações foi fortemente influenciada pela "lógica do lucro imediato", onde resultados financeiros de curto prazo muitas vezes se sobrepuseram ao pensamento

técnico e sustentável (Simões et al., 2024). Embora a presença de espessas camadas de argila mole no subsolo fosse conhecida, a existência de uma camada superficial de areia considerada compacta incentivou a construção de edifícios altos apoiados em fundações rasas (diretas) a pequenas profundidades (Dias, 2010).

O principal motor para a manutenção dessa prática foi o fator econômico: Sob condicionantes econômicas, os limites técnicos de segurança foram ampliados; embora recomendações técnicas da década de 1960 sugerissem a limitação a dez pavimentos, o mercado impulsionou construções de até dezoito pavimentos sobre fundações diretas (Dias, 2010; Teixeira, 1994).

4.2 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO SUBSOLO SANTISTA E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES

O subsolo da Baixada Santista é composto majoritariamente por sedimentos quaternários, caracterizados por uma complexa alternância entre camadas de areias e argilas que podem atingir dezenas de metros de espessura (Massad, 1985). O embasamento cristalino, composto por rochas gnáissicas e graníticas, encontra-se geralmente a 65 metros de profundidade, mas na área denominada "Faixa Crítica", o topo rochoso pode estar situado abaixo dos 80 metros (Massad, 1985). A estratigrafia local apresenta argilas de mangue e argilas fluviolagunares (SFL) (Massad, 2009). Essas argilas possuem altos índices de vazios, chegando a 4,0 para as de mangue e 3,0 para as SFL. São classificadas como de consistência muito mole a mole (Massad, 2009). Tal composição confere ao terreno uma elevada compressibilidade, tornando-o extremamente suscetível a recalques por adensamento quando submetido a carregamentos estruturais (Massad, 1999).

A ocorrência dos recalques diferenciais e das conseqüentes inclinações não é uniforme em toda a cidade, concentrando-se na "Faixa Crítica", trecho compreendido entre os canais 3 e 6 (Dias, 2010). Historicamente, a presença de uma camada superficial de areia considerada compacta, com cerca de 1,50 m de profundidade e boa tensão admissível, incentivou a adoção de fundações rasas, mas essa camada não foi suficiente para impedir que as tensões das edificações atingissem as camadas profundas de argila mole (Dias, 2010).

A influência no comportamento das edificações manifesta-se através de mecanismos técnicos específicos, como a sobreposição de bulbos de tensão, onde o adensamento das argilas é agravado pela interferência mútua entre as pressões de edifícios vizinhos, potencializando a inclinação (Rabello, 2008). Diferente dos solos arenosos, onde o recalque estabiliza rapidamente, nas argilas moles de Santos o processo de expulsão da água intersticial é lento, podendo durar décadas ou mais de um século, caracterizando os chamados recalques seculares (Oliveira, 2012; Oliveira et al., 2020).

Adicionalmente, a inclinação de alguns prédios pode ser explicada pelo sobreadensamento errático das argilas, causado pela pressão não uniforme de antigas dunas eólicas que existiram na região (Massad, 2006, 2008). Dessa forma, a interação entre a baixa capacidade de suporte das camadas profundas e a decisão de apoiar edifícios de grande porte em fundações diretas resultou em recalques reais que superaram significativamente as previsões iniciais de 50 cm da década de 1940 (Teixeira, 1994).

4.3 ADOÇÃO DE FUNDAÇÕES RASAS: CONDICIONANTES TÉCNICAS E LIMITAÇÕES

A partir de 1946, a escolha do tipo de fundação na orla de Santos foi condicionada pelas limitações técnicas da época, que impossibilitavam o apoio das edificações no cristalino rochoso devido à dificuldade de atravessar as camadas de solo de baixa resistência (Dias, 2010). A presença de uma camada de areia a aproximadamente 1,50 m de profundidade, apresentando tensão admissível entre 250 e 300 kPa, serviu como o principal argumento técnico para a adoção generalizada de fundações rasas por meio de sapatas (Teixeira, 1994).

Embora o risco de recalques fosse tecnicamente conhecido desde a década de 1940, a manutenção desse sistema construtivo foi impulsionada por motivações econômicas, uma vez que as fundações diretas apresentavam custos significativamente inferiores aos sistemas profundos (Dias, 2010). Já em 1952, o conhecimento técnico disponível alertava para a necessidade de limitar a altura dos edifícios a dez pavimentos para reduzir as tensões no solo e mitigar os recalques (Teixeira, 1994). Contudo, sob pressão da especulação imobiliária, esse limite foi elevado para dezoito pavimentos, o que agravou a sobreposição de bulbos de tensão entre edificações vizinhas (Dias, 2010; Teixeira, 1994).

A utilização continuada de fundações pouco compatíveis com o subsolo de baixa resistência consolidou um passivo urbano de desaprumos e patologias funcionais, evidenciando que a lógica do lucro imediato prevaleceu sobre o rigor técnico e a segurança estrutural a longo prazo (Simões et al., 2024).

4.4 INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO DOS RECALQUES DIFERENCIAIS

A estabilidade e o desempenho de uma edificação são regidos pelo processo de Interação Solo-Estrutura, no qual o comportamento da infraestrutura é indissociável das reações e deformações do terreno quando submetido a carregamentos (Gusmão, 2000; Milititsky; Consoli; Schnaid, 2008). Diferente de modelos que consideram o apoio de forma rígida, a ISE pressupõe que as tensões

transmitidas pela fundação geram deslocamentos no solo que, por sua vez, induzem a redistribuição de esforços na superestrutura (Colares, 2006; Gusmão, 2000). No contexto específico de Santos, a eficácia desse elemento de transição é frequentemente comprometida pela baixa capacidade de suporte das camadas profundas de argila mole (Massad, 2009).

O mecanismo de transmissão de carga ao subsolo ocorre por meio da propagação de tensões que formam os chamados bulbos de tensão (Pinto, 2006). Devido à alta verticalização da orla santista, a proximidade excessiva entre as edificações resulta na sobreposição de bulbos de tensão, o que acarreta a soma de pressões no interior do subsolo (Oliveira et al., 2020). Esse acréscimo de carga pode superar a resistência das camadas de argila, gerando rupturas locais e potencializando o fenômeno da inclinação das estruturas (Rabello, 2008; Milititsky; Consoli; Schnaid, 2008).

O desenvolvimento dos recalques em solos argilosos compressíveis é explicado pelo processo de adensamento, que consiste na redução gradual do volume do solo devido à expulsão da água intersticial e ao fechamento dos vazios sob pressão (Oliveira, 2012). Diferente dos solos arenosos, onde o recalque tende a se estabilizar rapidamente, nas argilas de Santos esse processo é extremamente lento, podendo estender-se por décadas ou ultrapassar um século, caracterizando os chamados recalques seculares (Oliveira, 2012; Oliveira et al., 2020).

A inclinação das edificações é a manifestação direta do recalque diferencial, definido como a variação de assentamento entre diferentes regiões de uma mesma fundação (Oliveira, 2012). Este fenômeno é influenciado por múltiplos fatores, tais como:

- **Assimetria de Cargas:** Edifícios com formatos em "L" ou "T" e variações de altura no corpo da estrutura tendem a gerar distribuições de carga não uniformes (Teixeira, 1994).
- **Interferência de Vizinhança:** A construção de novos edifícios altera o estado de tensões de estruturas preexistentes devido à superposição de bulbos de pressões (Oliveira, 2012).
- **Sobreadensamento Errático:** A presença histórica de dunas eólicas, que exerceram pressões não uniformes no passado, explica por que algumas edificações inclinam independentemente da influência de prédios vizinhos (Massad, 2006, 2008).

Para a avaliação técnica da gravidade desses desvios, utiliza-se a métrica da distorção angular, que constitui um parâmetro fundamental para a avaliação de danos (Skempton; MacDonald, 1956). Conforme os critérios clássicos de Skempton e MacDonald (1956), valores de distorção superiores a 1/300 indicam o início de danos relevantes em elementos não estruturais (vedação), enquanto valores próximos ou superiores a 1/150 podem estar associados a comprometimentos estruturais significativos em vigas e colunas (Skempton; MacDonald, 1956; Bjerrum, 1963).

4.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS ÀS EDIFICAÇÕES INCLINADAS

As manifestações patológicas relacionadas as fundações surgem quando a resistência dos componentes construtivos ou a conexão entre os elementos estruturais é superada pelas tensões geradas pela movimentação das fundações (Milititsky, Consoli e Schnaid, 2008). No cenário em estudo, o fenômeno é caracterizado predominantemente como um passivo funcional e de serviço relacionado ao desaprumo, visto que, até junho de 2023, não foram identificados riscos de ruína estrutural imediata nos edifícios monitorados (Santos, 2023). Oliveira (2012) introduz o conceito fundamental ao definir o recalque diferencial como a variação de assentamento entre diferentes pontos ou regiões de uma mesma fundação.

Complementando essa visão, Milititsky, Consoli e Schnaid (2008) explicam que esse fenômeno se torna o principal agente causador de danos.

Dentre os danos físicos, a fissuração constitui o sinal mais reconhecível do movimento das fundações. De acordo com Oliveira (2012), as fissuras provocadas por recalques diferenciais são, em sua maioria, inclinadas. Thomaz (2007) complementa que, em edificações com estrutura reticulada, esses movimentos induzem a fissuração por tração diagonal das paredes de vedação, tendendo a se inclinar na direção do pilar que sofreu o maior recalque. Para fins de diagnóstico, as trincas costumam "apontar" para a parte da fundação onde não ocorreu o abatimento.

O desaprumo das estruturas pode gerar comprometimentos funcionais severos que impactam a vida útil da edificação. Teixeira (1994) destaca que o abatimento do solo cria uma "bacia" ao redor do edifício, provocando o refluxo de águas pluviais e efluentes por inversão de caimento hidráulico. Outras implicações incluem o desalinhamento de prumadas de elevadores, desnivelamento de pisos e deformações em esquadrias. Além disso, a rigidez das estruturas de concreto armado causa uma redistribuição de esforços, o que pode resultar no esmagamento de pilares periféricos.

A gravidade dessas manifestações é classificada tecnicamente pela métrica da distorção angular. Conforme os limites estabelecidos por Skempton e MacDonald (1956),

4.6 PAPEL DAS CONDICIONANTES ECONÔMICAS NA MANUTENÇÃO DE SOLUÇÕES INADEQUADAS

O município de Santos adotou estratégias de urbanização desconectadas das condições reais do terreno, estabelecendo o que se define como uma antítese do pensamento técnico e sustentável ao priorizar resultados financeiros de curto prazo (Simões et al., 2024).

A persistência no uso de fundações rasas para edifícios altos, mesmo após o desenvolvimento de técnicas mais apropriadas, foi impulsionada por motivações econômicas e pela resistência do

mercado imobiliário a alternativas mais onerosas (Dias, 2010). Do ponto de vista financeiro, enquanto as fundações rasas representavam entre 5% e 7% do valor total da obra, a adoção de fundações profundas elevaria esse custo para aproximadamente 14% (Dias, 2010).

A pressão da especulação imobiliária também atuou diretamente na flexibilização de limites técnicos de segurança (Dias, 2010; Teixeira, 1994). Embora recomendações técnicas da década de 1960 sugerissem a limitação a dez pavimentos para reduzir tensões no solo, o mercado impulsionou construções de até dezoito pavimentos sobre fundações diretas (Dias, 2010; Teixeira, 1994).

A situação foi agravada pela ausência de regulação, uma vez que o código de obras do município proibiu o uso de fundações rasas em prédios de grande porte de forma tardia, com atualização da legislação apenas em 1986 (Santos, 1986). Tal cenário evidencia a tensão histórica entre a dinâmica econômica predominante e a prudência projetual necessária para o solo compressível de Santos (Teixeira, 1994).

4.7 ATUAÇÃO INSTITUCIONAL E EVOLUÇÃO DOS INSTRUMENTOS REGULATÓRIOS

A resposta do poder público ao fenômeno dos edifícios inclinados em Santos é caracterizada na literatura como uma atuação institucional reativa, marcada por um descompasso de décadas entre a expansão construtiva acelerada e o estabelecimento de normas de controle eficazes. Durante o período de maior verticalização da orla (1940 a 1980), houve uma carência de diretrizes geotécnicas específicas, o que permitiu a consolidação de uma cultura técnica permissiva onde a verticalização se sobrepunha à prudência projetual (Teixeira, 1994).

O primeiro marco regulatório significativo para interromper o uso indiscriminado de fundações rasas ocorreu apenas em 1986, por meio da Lei Municipal nº 174 (Santos, 1986). Esta legislação alterou o Código de Obras vigente (Lei nº 3.530/1968), estabelecendo que edificações com mais de doze pavimentos deveriam possuir, obrigatoriamente, fundações profundas (Santos, 1986; Teixeira, 1994). Essa medida normativa alterou a lógica de projeto na cidade, buscando alinhar a engenharia local ao conhecimento técnico sobre solos compressíveis que já estava disponível há décadas (Teixeira, 1994).

A evolução dos instrumentos de controle prosseguiu com a instituição da Lei Complementar nº 441/2001 (Lei de Autovistoria), que tornou obrigatória a realização de inspeções periódicas pelos condomínios (Santos, 2001). Este dispositivo exige a apresentação de laudos de autovistoria predial, que devem conter metodologias de inspeção detalhadas, resultados de ensaios, identificação de patologias e, fundamentalmente, o monitoramento do recalque diferencial. Através desse mecanismo, a responsabilidade pela manutenção e recuperação estrutural foi formalizada, permitindo ao poder

público exigir cronogramas de acompanhamento técnico (Santos, 2001).

As ações de monitoramento ganharam contornos sistemáticos com o Programa de Estudos dos Prédios Inclinados (PISA), formalizado em 2013 (Santos, 2013). O programa mapeou inicialmente 651 edificações na orla em 2012, identificando 65 prédios com inclinação igual ou superior a 0,50 m (Santos, 2012). O refinamento contínuo dessa fiscalização permitiu identificar, em 2023, um total de 319 edificações com algum grau de inclinação no município (Santos, 2023). Atualmente, o principal instrumento de atuação institucional consiste na intimação administrativa para apresentação de laudos de análise estrutural, visando o monitoramento contínuo dos estados-limite de serviço e a garantia da segurança urbana (Santos, 2023).

4.8 SÍNTESE INTEGRADA DOS FATORES CONDICIONANTES E IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA URBANA

A causa técnica central dos recalques diferenciais observados no município de Santos pode ser atribuída a geotecnia local. Economicamente, fundações rasas são mais baratas enquanto sistemas profundos elevariam o custo das obras. Sob pressão da especulação imobiliária, limites de dez pavimentos recomendados na década de 1960 foram ignorados em favor de construções de até dezoito pavimentos sobre fundações diretas (DIAS, 2010; TEIXEIRA, 1994).

A proximidade excessiva entre prédios causa a sobreposição de bulbos de tensão, o que soma pressões no subsolo e potencializa as inclinações (RABELLO, 2008; OLIVEIRA et al., 2020). Diferente de solos arenosos, as argilas de Santos apresentam recalques seculares, resultantes de um processo lento de expulsão da água intersticial que pode durar mais de um século (OLIVEIRA, 2012). Outro fator condicionante é o sobreadensamento errático causado pela pressão histórica de antigas dunas eólicas (MASSAD, 2006, 2008).

As implicações patológicas desse fenômeno incluem danos físicos como a fissuração por tração diagonal em paredes de vedação (OLIVEIRA, 2012; THOMAZ, 2007). Além disso, observam-se comprometimentos funcionais, como a inversão de caimento em sistemas hidráulicos, desalinhamento de elevadores e desnivelamento de pisos (TEIXEIRA, 1994). Tecnicamente, a gravidade desses desvios é medida pela distorção angular, sendo que valores superiores a 1/300 já indicam o início de danos relevantes (SKEMPTON; MACDONALD, 1956).

A atuação institucional para mitigar esse cenário não acompanhou o processo de verticalização e o conhecimento técnico, marcada por um descompasso de décadas entre a expansão construtiva e o controle eficaz (TEIXEIRA, 1994). Atualmente, a gestão da segurança urbana baseia-se em leis de autovistoria predial (SANTOS, 2001) e no monitoramento sistemático via programa PISA, que exige

laudos de análise estrutural periódicos para garantir a estabilidade das edificações e o controle dos estados-limite de serviço (SANTOS, 2013, 2023).

Como limitação, o estudo se baseia predominantemente em fontes secundárias, não incluindo investigação empírica direta em campo ou modelagem numérica dos recalques. Além disso, a natureza qualitativa da análise implica um grau de interpretação dependente do referencial teórico adotado. Contudo, a utilização de triangulação de fontes contribui para mitigar esses efeitos.

5 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida demonstra que o fenômeno das edificações inclinadas no município de Santos resulta da convergência entre condicionantes geotécnicos, históricos, econômicos e institucionais, configurando um problema urbano complexo e multifatorial.

Evidencia-se que a predominância de fundações rasas em um contexto geotécnico caracterizado por argilas altamente compressíveis decorreu, principalmente, de decisões orientadas por critérios econômicos de curto prazo, que se sobrepuseram às limitações técnicas conhecidas desde meados do século XX. Esse processo foi potencializado pela pressão da especulação imobiliária e pela ausência de regulação adequada durante o período crítico de verticalização urbana.

Do ponto de vista técnico, verifica-se que a interação solo-estrutura e a sobreposição de bulbos de tensão constituem os principais mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento dos recalques diferenciais e das inclinações, associados a processos de adensamento de longa duração, característicos dos solos argilosos da Baixada Santista.

Embora as manifestações patológicas observadas impactem significativamente a durabilidade e o desempenho das edificações, os dados institucionais indicam que o problema se configura predominantemente como um estado-limite de serviço, sem evidências de risco de ruína estrutural imediata até o momento.

No âmbito institucional, verifica-se que a resposta regulatória ocorreu de forma tardia em relação ao processo de ocupação urbana, sendo posteriormente consolidada por instrumentos como a obrigatoriedade de fundações profundas, a Lei de Autovistoria Predial e o Programa PISA, que atualmente estruturam o monitoramento e a gestão do risco urbano.

Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão do fenômeno, evidenciando a necessidade de articulação entre conhecimento técnico, regulação urbana e tomada de decisão econômica na ocupação de áreas com limitações geotécnicas, fornecendo subsídios para o aprimoramento de políticas públicas e práticas de engenharia.

REFERÊNCIAS

- BJERRUM, L. Embankments on soft ground. Norwegian Geotechnical Institute, Publication 40, 1963.
- COLARES, G. M. Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- DIAS, M. S. Análise do comportamento de edifícios apoiados em fundação direta no bairro da Ponta da Praia na cidade de Santos. 2010. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- GUSMÃO, A. D. Desempenho de fundações de edifícios. In: SIMPÓSIO SOBRE ISE, 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: [s. n.], 2000.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Santos – SP. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santos.html>.
- MAFFEI, C. E. M.; GONÇALVES, H. H. S.; PIMENTA, P. M. Renivelamento do Edifício Núncio Malzone: Projeto e Aspectos Estruturais. In: WORKSHOP PASSADO PRESENTE E FUTURO DOS EDIFÍCIOS DA ORLA MARÍTIMA DE SANTOS, 2003, Santos. Anais... Santos, 2003.
- MASSAD, F. As Argilas Quaternárias da Baixada Santista: Características e Propriedades Geotécnicas. 1985. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1985.
- MASSAD, F. Baixada Santista: implicações da história geológica no projeto de fundações. Solos e Rochas, v. 22, n. 1, p. 1–20, abr. 1999.
- MASSAD, F. Os edifícios de Santos e a história geológica recente da Baixada Santista. In: GEOSUL – ENCONTRO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA DO SUL, 5., 2006, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: s.n., 2006.
- MASSAD, F. Cidade de Santos, Brasil: os recalques dos edifícios e o sobreadensamento errático dos solos moles. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE GEOTECNIA, 2008, Coimbra. Anais... Coimbra: s.n., 2008.
- MASSAD, F. Solos Marinheiros da Baixada Santista: características e propriedades geotécnicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MAZIVIERO, M. C. Privatismo e gestão pública na urbanização de Santos, continuidades e mudanças: décadas de 1910, 1940 e 2000. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. Patologia das Fundações. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- OLIVEIRA, A. M. Fissuras, Trincas e Rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. 2012. 54f. Monografia (Especialização em Gestão de avaliações e perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, D. M. A. de; PORTES, A. M. C.; ARAÚJO, M. T. de. Avaliação comparativa entre métodos de cálculo de recalque em fundações diretas. In: COBRAMSEG, 20., 2020, Campinas. Anais... Campinas: ABMS, 2020.

PINTO, C. de S. Curso básico de mecânica dos solos em 16 aulas. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

RABELLO, Y. C. P. Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 1. ed. São Paulo: Zigurate, 2008.

SANTOS (Município). Lei nº 174, de 21 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei nº 3.530, de 16 de abril de 1968. Diário Oficial do Município de Santos, Santos, SP, 21 jul. 1986.

SANTOS (Município). Lei Complementar nº 441, de 2001 (Lei de Autovistoria).

SANTOS (Município). Programa de Estudos dos Prédios Inclinados (PISA). Mapeamento de 2012 / Formalizado em 2013

SANTOS (Município). Prefeitura Municipal. Ofício nº 569.807/2023: presta informações à Câmara Municipal de Santos sobre o quantitativo de edificações com indícios de inclinação no território municipal e análise de risco de ruína estrutural. Santos, SP, 2023

SIMÕES, Kelly Araújo; TAVARES, Marcelo da Silva; TEIXEIRA, Sabrina Aparecida Costa; TOURINHO, Andréa de Oliveira; SÍGOLO, Leticia Moreira. Verticalização na cidade de Santos (SP): impactos sobre a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, [S. l.], v. 12, n. 38, 2024. DOI: 10.17271/23178604123820245462. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/5462. Acesso em: 10 mar. 2026.

SKEMPTON, A. W.; MACDONALD, D. H. Allowable settlements of buildings. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, v. 5, p. 727–768, 1956.

TEIXEIRA, A. H. Fundações Rasas na Baixada Santista. In: Solos do Litoral de São Paulo. São Paulo: ABMS, 1994.

THOMAZ, E. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Co- edição IPT/EPUSP/PINI, 2007.