ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

# Avaliação do monitoramento estrutural de longo prazo do Edifício Copan: lições aprendidas

## Assessment of long-term structural monitoring of Copan Building: lessons learned

**Daniel Farias da Silva Bernardo**
Engenharia do Patrimônio| São Paulo | Brasil |
bernardo@engenhariadopatrimonio.com.br
**Fabiana Lopes de Oliveira**
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAUUSP | São Paulo | Brasil | floliveira@usp.br

### Resumo

O Edifício Copan, projetado por Oscar Niemeyer e conhecido por sua grandiosidade e forma sinuosa, foi construído entre 1952 e 1972, um período marcado por avanços significativos nas tecnologias do concreto armado e no controle tecnológico da obra. Devido ao desenvolvimento de recalques de longo prazo, as fundações vêm sendo monitoradas há 68 anos. Como as medições neste caso histórico foram realizadas utilizando métodos não digitais, isso adiciona elementos interessantes à discussão sobre a transição para a era digital na construção, especialmente no que diz respeito às lições aprendidas sobre o desempenho estrutural e à importância de preservar os acervos documentais ao longo da existência da edificação.

Palavras-chave: Recalques de longo prazo. Monitoramento estrutural. Edifício Copan.

### Abstract

*The Copan Building, designed by Oscar Niemeyer and known for its grandeur and sinuous shape, was constructed between 1952 and 1972, a period marked by significant advancements in reinforced concrete technologies and technological control of the construction process. Due to the development of long-term settlements, the foundations have been monitored for 68 years. Since the measurements in this historic case were carried out using non-digital methods, this adds interesting elements to the discussion about the transition to the digital age in construction, particularly regarding the lessons learned about structural performance and the importance of preserving documentary archives throughout the building's existence.*

*Keywords: Long-term settlements. Structural monitoring. Copan Building.*

Como citar:
BERNARDO, D. F. S., OLIVEIRA, F. L. Avaliação do monitoramento estrutural de longo prazo do Edifício Copan: lições aprendidas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

# INTRODUÇÃO

> É preponderante o fato de que a Engenharia constitui ato de decisão face às incertezas e não ato de certeza. Anacronismo da nossa sociedade na sua denominação de “ciências exatas”.
>
> Teoria representa o fruto do passado (racionalização do campo observacional anterior, “empírico”, isto é, experimental e observacional). Fatos constituem o presente, condicionado aos meios de observação. Teorização análise-síntese fornece a projeção para o futuro. E assim repete-se o ciclo [1].

A citação do Professor Victor de Mello apresenta com precisão os desafios enfrentados pela engenharia civil diante das incertezas, em um processo cíclico de acumulação de conhecimento. Nesse contexto, para uma compreensão mais abrangente do comportamento estrutural do Edifício Copan, é fundamental explorar a complexa relação entre os aspectos técnicos e construtivos, que moldaram seu desempenho ao longo dos anos de sua existência, como o próprio nível de conhecimento tecnológico da época de sua concepção.

O Edifício Copan está localizado no centro da cidade de São Paulo, em uma área que passou por um adensamento urbano acelerado na segunda metade do século XX. Seu leiaute arquitetônico de uso misto sofreu diversas mudanças, assim como o uso dos espaços internos e ocupação do meio circundante (Figura 1). Projetado por Oscar Niemeyer em 1951, o edifício é um ícone da arquitetura moderna brasileira.

**Figura 1 –Edifício Copan projetado Vs efetivamente construído.**



Fonte: Acervo do Jornal Folha da Manhã (1952) e acervo do condomínio do Edifício Copan (autor e data desconhecidos).

O êxito na construção do Edifício Copan (1952-1972), com seu programa, proporções e formas arrojadas foi um feito notável para época. A produção do edifício demandou a harmonia e colaboração de profissionais altamente qualificados de diversas áreas, todos dedicados ao desenvolvimento do projeto arquitetônico concebido pelo escritório de Oscar Niemeyer em 1951, bem como as complexas exigências técnicas a ele associadas.

Em 1955 o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) foi contratado para monitorar os recalques de fundação do edifício, considerados preocupantes na época. Este monitoramento é realizado até os dias de hoje e indica que os deslocamentos, ainda que tenham diminuído consideravelmente de intensidade, não cessaram, e se desenvolvem de maneira heterogênea ao longo da projeção do edifício. Para informações mais detalhadas sobre o assunto, pode-se consultar [2] e [3].

Uma vez que o monitoramento estrutural do Edifício Copan foi realizado utilizando métodos não digitais, isso pode adicionar elementos interessantes à discussão sobre a transição para a era digital na construção civil, principalmente no quesito lições aprendidas. O objetivo do artigo, então, é avaliar o monitoramento estrutural de longo prazo do Edifício Copan, dentro do contexto da permanência de uma construção de meados do século XX, e extrair lições relevantes.

## METODOLOGIA

Este artigo é resultado da análise crítica da dissertação de mestrado intitulada "Documentação e monitoramento do patrimônio arquitetônico moderno: os recalques do Edifício Copan" [2], que faz a documentação técnica e histórica dos recalques do Edifício Copan a partir de fontes primárias e bibliográficas e do monitoramento dos recalques realizado pelo IPT desde 1955.

## DESENVOLVIMENTO

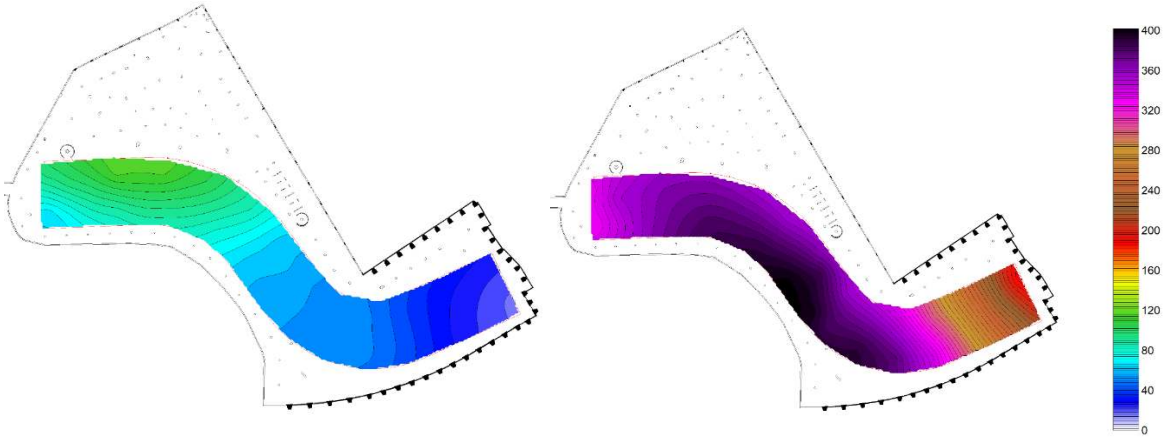
A construção do Edifício Copan em meados do século XX demonstra os notáveis conhecimentos técnicos dos profissionais da época. Nesse contexto, é possível afirmar que o cenário da construção civil paulistana era de pleno desenvolvimento no que diz respeito ao controle tecnológico da obra, o que permitiu a construção do Copan naquele período. Contudo, fica claro que sua construção demandou esforços por parte dos engenheiros para tornar suas estruturas uma realidade.

As interrupções nas obras, aliadas ao prolongado período de construção e às indecisões dos empreendedores sobre as características das edificações a serem implementadas no terreno, incluindo mudanças nas tipologias habitacionais, resultaram em desvios do plano inicial e, consequentemente, em uma maior fonte de variabilidade, diretamente ligada às indefinições ainda persistentes sobre o assunto. Ademais, é essencial enfatizar a complexidade técnica da construção do Edifício Copan, que exigiu uma ampla variedade de soluções para contornar os desafios impostos pelas demandas arquitetônicas e geotécnicas. Parte dessas soluções, como aquelas relacionadas à resolução dos problemas dos recalques, foram concebidas e implementadas enquanto a superestrutura já estava em construção, num processo contínuo de monitoramento, análise crítica e busca de soluções técnicas avançadas.

Ainda assim, a construção de uma edificação arrojada desse porte naquela época envolveu decisões que, às vezes, não se mostraram tão acertadas, principalmente

devido à maturidade do conhecimento técnico disponível naquele momento. Nesse contexto, é válido afirmar que a construção do Edifício Copan em São Paulo, em meados do século XX, é um notável exemplo de sucesso da engenharia civil brasileira. Mesmo diante de grandes recalques, as estruturas do edifício têm se ajustado e absorvido os deslocamentos de forma individual (Figura 02), evidenciando a eficácia de um projeto estrutural com características resilientes, capaz de lidar com eventos indesejáveis, mas possíveis de ocorrer.

**Figura 02 – Distribuição espacial dos recalques em 1962 e em 2023.**




Fonte: Bernardo (2024).

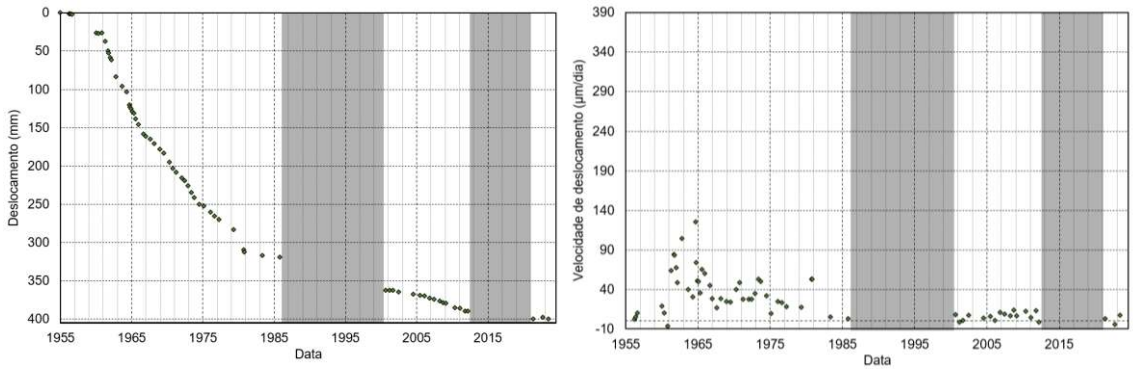
Analisando-se o histórico dos recalques do Edifício Copan, pode-se afirmar com convicção que a principal causa dos deslocamentos nas fundações do edifício reside na interação entre o terreno do embasamento e as fundações escolhidas (interação solo-estrutura), resultando em um comportamento peculiar do sistema. Ao longo de todo o período de construção do edifício, a questão dos recalques e sua influência no desempenho da superestrutura foi uma preocupação constante. Este caso tornou-se parte integrante da história da engenharia de fundações nacional, repercutindo no meio técnico e sendo abordado em trabalhos científicos e obras bibliográficas em várias ocasiões.

O Edifício Copan tem apresentado recalques de longo prazo, detectados pelas medições realizadas pelo IPT desde a construção até os dias de hoje. No entanto, as movimentações atuais, embora ainda não completamente estabilizadas, reduziram significativamente em intensidade. A Figura 03 mostra gráficos que caracterizam a evolução dos maiores deslocamentos medidos em um ponto específico da estrutura, representados pela curva dos deslocamentos acumulados ao longo do tempo e pela curva das velocidades relativas a esses deslocamentos. A partir da curva dos recalques acumulados, observa-se a evolução dos deslocamentos desse ponto de aferição ao longo do tempo, atingindo um recalque máximo de 400 mm. Já a curva das velocidades revela a redução gradual das intensidades dos deslocamentos, passando de 125 µm/dia em 1965 para valores próximos de zero.

Acredita-se que os recalques observados atualmente estejam principalmente relacionados aos de segunda ordem, cuja ocorrência no tipo de solo do Copan começou a ser indicada nos meios científicos entre o final da década de 1980 e 1990

[4], [5] e [6]. Isso mostra que a discussão sobre a ocorrência dos recalques de natureza viscosa no tipo de solo local provavelmente surgiu anos após a execução das fundações do Edifício Copan, demonstrando o impacto do nível de conhecimento técnico da época em que o edifício foi construído.

**Figura 03 – Curvas dos maiores deslocamentos aferidos em um ponto de medição: A) Curva de deslocamentos acumulados; B) Curva de velocidades de deslocamento.**




(A) (B)

Fonte: Bernardo (2024).

Sob o ponto de vista da manutenção das construções de meados do século XX, em que pese um aparente conhecimento da cultura material do período, se faz necessário o reconhecimento da complexidade do passado e das especificidades individuais destas construções. Neste contexto, fica evidente que mesmo concebido em concreto armado, as tecnologias construtivas empregadas na construção do Copan se diferenciam das contemporâneas. Essas diferenças evidenciam que a percepção de contemporaneidade dessas obras, pela aparente similaridade do sistema construtivo, deve ser feita com parcimônia, pois têm distinções quando comparadas com estruturas de concreto armado contemporâneas. Assim, os sistemas construtivos empregados nessas construções em concreto armado de meados do século XX merecem uma análise sob a perspectiva historiográfica que leve em conta a evolução das técnicas e das tecnologias empregadas nesses exemplares. A manutenção e conservação da arquitetura deste período deverá passar pelo conhecimento da lógica estrutural, dos materiais, técnicas e tecnologias empregadas nestes exemplares, além do histórico de ocorrências e mudanças estruturais.

Visto isso, fica evidente a importância do correto armazenamento da documentação técnica de obra ao longo da vida útil da construção. No caso do Edifício Copan fica claro, por exemplo, que o histórico de recalques tem potencial de influenciar em cadeia o desempenho de outros sistemas do edifício.

## LIÇÕES APRENDIDAS

Poucas bibliografias tratam dos desafios e percalços contornados para a viabilização técnica de construções. Essa circunstância merece uma profunda reflexão, pois esses casos podem ser vistos como oportunidades de aprendizado e amadurecimento. Por exemplo, graças aos diversos autores consultados na pesquisa, que adotaram uma

postura oposta, compartilhando o conhecimento técnico adquirido com as dificuldades enfrentadas no Copan, o cenário dos recalques pôde ser mais bem compreendido, mesmo décadas após sua construção.

O caso do Edifício Copan exemplifica a importância do desenvolvimento de boas práticas de engenharia, especialmente no monitoramento da estrutura desde o início da construção. Atualmente, existem tecnologias que permitem a digitalização do monitoramento e a aferição em tempo real do desempenho estrutural. Entre essas tecnologias, destacam-se os sensores de movimento instalados em pontos críticos da estrutura e os receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System*), que possibilitam o monitoramento preciso em três dimensões. No caso do Copan, a implementação do uso dessas tecnologias digitais traria ganhos significativos, uma vez que serviriam como um complemento aos dados obtidos pelo método tradicional. Além disso, possibilitariam uma compreensão mais precisa do desempenho imediato do edifício.

No que diz respeito às lições aprendidas e ao desenvolvimento de novos projetos na atualidade, é recomendável uma mudança de postura dos projetistas e construtores, especialmente em relação à instrumentação das estruturas, já que na maioria dos casos só se monitora a estrutura após o surgimento de problemas. Diante das possibilidades advindas das tecnologias atuais, já na fase de projeto, os projetistas podem implementar mecanismos de monitoramento para compreender a situação da estrutura. Isso se torna ainda mais relevante diante das possíveis alterações no uso da edificação ao longo do tempo, podendo envolver obras de reforço ou retrofit.

Apesar dos recalques do Copan, nota-se que o edifício, aparentemente, permanece íntegro. Contudo, surge a questão sobre como ele se comportará no futuro. Dado que os recalques de fundação do edifício são monitorados desde a década de 1950 e não demonstram sinais de estabilização, reforça-se a recomendação de se implementar um programa de monitoramento que inclua leituras de recalques em intervalos predefinidos. Além disso, sugere-se a expansão da instrumentação existente com a adição de novos sensores específicos para monitoramento de fissuras, eventual adernamento dos corpos, verificação do comportamento de peças estruturais e detecção de possíveis movimentações entre os diferentes corpos do edifício.

Na era digital, a gestão das construções (inclusive as edificações históricas) enfrenta desafios e oportunidades únicas. Com o avanço da tecnologia, novas ferramentas e métodos estão sendo desenvolvidos para a manutenção e documentação desses bens, como a modelagem da informação e os gêmeos digitais. Ademais, dentro do contexto da valorização da informação, a construção de acervos documentais e sua correta preservação são tarefas essenciais para a permanência desses bens patrimoniais no tempo.

Dada a longa existência do Edifício Copan, o resgate da sua documentação técnica, essencial para a interpretação do monitoramento de longo prazo, só foi possível porque originais ou cópias da documentação original foram encontradas em formatos físicos. Considerando as mudanças na administração de condomínios, o fim de empresas prestadoras de serviços ou até mesmo a perda eventual de material, a documentação digital também enfrenta desafios significativos. Surgem então

questões relacionadas à preservação digital no longo prazo e à interoperabilidade de sistemas. Nesse contexto, é fundamental explorar as tendências emergentes, as melhores práticas e os desafios enfrentados na gestão dos bens edificados contemporâneos na era digital, a fim de garantir sua salvaguarda e permitir a tomada de ação das futuras gerações com base em informações.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida, processo número 88887.512030/2020-00.

Ao condomínio do Edifício Copan, na figura do síndico Sr. Affonso Celso Prazeres de Oliveira, por permitir o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

[1] MELLO, V. F. B. Deformações como base fundamental de escolha da fundação. **Resvista Geotecnia,** v. 5, n. 12, p. 55–75, Lisboa, 1975.

[2] BERNARDO, D. F. S. **Documentação e monitoramento do patrimônio arquitetônico moderno: os recalques do Edifício Copan**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

[3] BERNARDO, D. F. S.; OLIVEIRA, F. L. **Contribuições para a documentação técnica do Edifício Copan: caracterização do embasamento**. PósFAUUSP, v. 31, p. 1-16, 2024.

[4] TEIXEIRA, M. História dos Conhecimentos Geotécnicos: Serra do Mar. In: NEGRO Jr. et al (orgs.) **Solos do Litoral de São Paulo (Mesa Redonda).** São Paulo: ABMS, 1994.

[5] VARGAS, M.; MORAES, J. T. L. Long term settlement of tall buildings on sand. **Anais do 12th International Conference on soil mechanics and foudantion engineering** v. 1. p. 765-768. Rio de Janeiro, 1989.

[6] FELLICIANI, M. R. Resistência e Compressibilidade de “areias basais” do Terciária de São Paulo. Dissertação (mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.