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

Desenvolvimento de ancoragem em estruturas de concreto armado como solução para trabalhos em altura

Development of anchoring in reinforced concrete structures as a solution for work at height

Marconi Mendonça Barbosa
Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | mendonca.marconi@gmail.com
José Tiago da Silva Muniz
Gabriel Bacelar Construções SA | Recife | Brasil | tiago.muniz@gabrielbacelar.com.br
Marcos Mendonça Barbosa
Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | marcosmb.eng@gmail.com
Matheus Mendonça Barbosa
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | matheusmendonca.b@gmail.com
Angelo Just da Costa e Silva
Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | angelo@tecomat.com.br
Yêda Vieira Póvoas
Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | yvp@poli.br

Resumo

Os “meios de acesso” são dispositivos utilizados para dar suporte de fixação à pessoas e equipamentos durante a construção ou manutenção dos elementos construtivos, em alturas acima do solo, permitindo a realização das atividades em condições seguras. Este artigo teve como objetivo desenvolver e validar a ancoragem embutida em estruturas de concreto armado, visando aumentar a segurança e eficiência nas atividades de manutenção predial. O protótipo foi projetado sem adesivo químico, devido aos riscos associados à sua integridade. Ensaios de tração indicaram que o dispositivo suportou até 3.405 kgf, excedendo as exigências da Norma Regulamentadora 18 (NR 18). Os resultados evidenciaram que as ancoragens mecânicas apresentaram desempenho adequado em termos de carga e atendimento aos critérios da NR 18. Portanto, a utilização do sistema demonstrou versatilidade, sendo utilizado com andaimes suspensos e acesso por cordas. Os resultados destacam a confiabilidade, proporcionando, além de adequado desempenho mecânico, um cenário ideal para solicitação de ancoragem e, consequentemente, maior segurança aos trabalhadores durante atividades em altura.

Palavras-chave: Meios de acesso. Ancoragem. Desempenho. Concreto. Segurança.

Como citar:
BARBOSA, M. M et al. Desenvolvimento de ancoragem em estruturas de concreto armado como solução para trabalhos em altura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Abstract

"Means of access" are devices used to provide fixation support to people and equipment during the construction or maintenance of structural elements at heights above the ground, allowing activities to be performed under safe conditions. This article aimed to develop and validate embedded anchorage in reinforced concrete structures, aiming to increase safety and efficiency in building maintenance activities. The prototype was designed without chemical adhesive due to the risks associated with its integrity. Tensile tests indicated that the device supported up to 3,405 kgf, exceeding the requirements of Regulatory Standard 18 (NR 18). The results evidenced that the mechanical anchors performed adequately in terms of load and compliance with NR 18 criteria. Therefore, the use of the system demonstrated versatility, being used with suspended scaffolds and rope access. The results highlight the reliability, providing, in addition to adequate mechanical performance, an ideal scenario for anchorage requests and, consequently, greater safety for workers during activities at height.

Keywords: Means of access. Anchoring. Performance. Concrete. Safety.

INTRODUÇÃO

Na área de administração predial, é possível obter com facilidade índices satisfatórios de conservação dos edifícios, no entanto, manter o padrão de preservação ao longo do tempo é um grande desafio. A realização de inspeções periódicas e intervenções de manutenção são essenciais para a preservação do estado de conservação de cada elemento do edifício, independentemente de suas dimensões, complexidade ou finalidade [1].

A realização de atividades em altura em edifícios não se limita apenas à fase de construção. Durante sua vida útil, os edifícios requerem manutenção preventiva e corretiva, das quais muitas atividades envolvem trabalho em altura. Algumas dessas atividades incluem manutenção de coberturas, limpeza de ralos, pintura de paredes externas, manutenção de aparelhos de ar-condicionado etc [2].

O trabalho realizado em altura é uma das principais causas de acidentes fatais. Aproximadamente 30% dos acidentes causados por quedas resultam em mortes [3]. Outros autores como [4] e [5] afirmaram que os acidentes ocorridos na construção civil são responsáveis por cerca de 25 a 40% das lesões fatais em local de trabalho de países industrializados. Portanto, cabe a conscientização de profissionais competentes para a promoção de medidas preventivas e técnicas mitigadoras de acidentes acerca do trabalho em altura.

Diante da situação abordada, sabe-se que o trabalho em altura pode ser realizado de diversas formas com auxílio de equipamentos distintos, tendo a acessibilidade como sua principal barreira para realização dos serviços de manutenção. Embora existam componentes acessíveis no entorno do edifício, as fachadas exigem meios de acesso especiais para realização das amarrações dos dispositivos de ancoragem [6].

Os meios de acesso são dispositivos fincados na cobertura de edifícios que, durante a operação de trabalhos em altura, têm a finalidade de garantir estabilidade estrutural para a plena execução das tarefas solicitadas durante a construção e/ou manutenção dos elementos construtivos em condições de segurança [7]. Os meios de acesso são divididos em duas categorias: permanentes e temporários [8]. São considerados sistemas de acesso permanentes aqueles que participam da fase de projeto e são

implementados na fase de construção, com finalidade de auxiliar na manutenção do edifício. Já os sistemas de acesso temporários são instalados somente quando há necessidade de intervenção de manutenção e, após a conclusão dos serviços, são removidos [8]. Segundo [9], a adoção de soluções permanentes na manutenção de edifícios, ao longo do ciclo da vida útil, é vantajosa devido à ocorrência de amortização dos custos ao longo do tempo. As soluções existentes para os sistemas de acesso utilizadas para o trabalho em altura, dependem das características e condicionantes de cada edifício, dos quais os equipamentos mais utilizados destacam-se os andaimes suspensos, acessos por cordas, entre outros [10].

Os andaimes suspensos são plataformas projetadas com o objetivo de possibilitar o acesso para execução de atividades em altura. Normalmente, tratam-se de estruturas erguidas e sustentada por cabos de aços [11] e [12]. Este equipamento encontra-se provisoriamente suspenso na cobertura, sendo normalmente utilizado em operações de fachadas em edifícios altos [12].

Dentre os meios de acesso existentes, destaca-se o acesso por cordas, onde sabe-se que a sua utilização facilita o acesso em todas as áreas da fachada do edifício, garante rapidez na instalação e requer poucos equipamentos para operação. Além disso, os serviços que utilizam acesso por cordas têm o impacto visual na edificação reduzido em função dos outros equipamentos e, também, não é necessário danificar o revestimento para atuar na fachada das edificações [13]. Contudo, é importante garantir que as condições meteorológicas estejam adequadas durante a intervenção na fachada, a fim de assegurar a correta operação da atividade, reduzindo-se riscos de ocorrência de acidentes e proporcionando o uso dessa técnica de forma mais efetiva, principalmente, em manutenções mais simples [14] e [15].

No Brasil, há 37 Normas Regulamentadoras em vigor, tanto para indústrias específicas quanto para aplicação geral, como a NR 18 [16], que aborda saúde e segurança ocupacional na indústria da construção. De acordo com a NR 18 [16], os edifícios têm que dispor de pontos de ancoragem em todo o seu perímetro e que os métodos de fixação e sustentação de estruturas para plataformas de trabalho em altura só podem ser suportados ou fixados em elementos estruturais. Para fixação realizada em platibandas ou beiral dos edifícios, deve-se proceder de estudos de verificação estrutural realizados por um profissional habilitado.

Ainda no Brasil, outras normas como a norma de desempenho, NBR 15575-1 [17] no item 14.3.2, estabelece que os edifícios sejam dispostos de suportes para fixação de equipamentos para atividades em altura ou outro meio que possibilite a fixação para realização de inspeções de manutenção. Essas diretrizes são fundamentais para garantir a segurança e durabilidade dos edifícios, além de contribuir para a eficiência da manutenção e inspeção das fachadas.

Frente ao exposto, este trabalho objetiva elaborar um dispositivo de ancoragem em estruturas de concreto com ênfase em elementos de fixação e sustentação para equipamentos como os andaimes suspensos, acesso por cordas e entre outros, atendendo aos critérios técnicos estabelecidos pelas Normas supracitadas.

METODOLOGIA

O método empregado para desenvolvimento da pesquisa divide-se nas seguintes etapas:

1. Desenvolvimento do protótipo;
2. Compatibilização com diretrizes para instalação e uso dos sistemas de ancoragem, segundo a NR 18;
3. Procedimento experimental para validação do sistema;
4. Aplicação do sistema em uma edificação localizada na cidade do Recife/PE.

APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

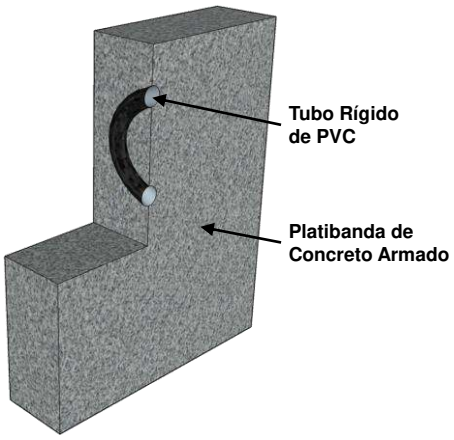
A construção do protótipo teve como condição inicial a ancoragem por sistema mecânico sem a utilização de adesivo químico, isto é, ancoragem química. Conforme [18], a integridade de membranas químicas pode ser potencialmente comprometida devido aos seguintes fatores adversos:

1. Condições de instalação, incluindo perfuração e limpeza do furo;
2. Fissuras no elemento estrutural e carregamento por fadiga;
3. Aplicação do material adesivo, mistura dos componentes, estabilidade química, etc.

Os trabalhos de [19] e [20] verificaram, através de ensaios de laboratório e estudos de campo, que os fatores adversos combinados com o impacto micro mecânico da interface adesiva ao concreto geram insegurança na utilização do sistema com a ancoragem química.

À vista disso, o protótipo desenvolvido consiste num sistema versátil de fácil instalação e fixação em estruturas de concreto armado. O protótipo adotado constitui-se de concreto (Figura 1 e Figura 2) e seu desenvolvimento levou em consideração os critérios estabelecidos das normas regulamentadoras do Brasil, NR 18 [16], quanto aos sistemas de ancoragem.

Figura 1: Esboço do dispositivo de ancoragem em platibanda de concreto armado



Fonte: o autor.

Figura 2: Protótipo *in loco* do dispositivo de ancoragem em platibanda de concreto armado



Fonte: o autor.

A caracterização do protótipo elaborado está de acordo com projetos específicos de estrutura, sendo o projeto estrutural de platibanda de concreto armado. As dimensões de altura e espessura do modelo são de 1,20m e 0,20m, respectivamente.

Os pontos de apoio destinados à ancoragem, sendo esta mecânica, são realizados por meio de curvas de 180°, compostas de material policloreto de vinila (PVC) rígido, introduzidas no protótipo em posição vertical da qual tem função de estabelecer o molde para formação dos pontos de ancoragem. A Figura 1 detalha este processo.

PARÂMETROS DE INSTALAÇÃO E USO DOS SISTEMAS DE ANCORAGEM – NR 18

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR 18 [16] determina os procedimentos para a instalação e uso dos sistemas de ancoragens. A norma aborda sobre as especificações para a escolha de materiais, métodos de ancoragem, capacidade de carga, manutenções, além de exigir a elaboração de estudos específicos por profissionais legalmente habilitados.

A NR 18 [16] determina que os pontos de ancoragem devem:

1. Dispor pontos de atendimento em todo perímetro da edificação;
2. Suportar carga pontual de 1.500 kgf (mil e quinhentos quilogramas-força);
3. Constar o projeto estrutural da edificação;
4. Ser constituídos de material resistente às intempéries.

Além das especificações relacionadas, a NR 18 [16] preconiza que os andaimes suspensos devem possuir, no mínimo, quatro pontos de sustentação independentes; garantir a estabilidade durante o período de operação, através de procedimentos operacionais e dispor pontos de fixação para sistema de proteção individual contra quedas.

VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE ANCORAGEM

O método de validação do protótipo iniciou-se com a utilização dos procedimentos e critérios estabelecidos pela NR 18 [16], conforme abordado no item anterior. Os ensaios realizados foram reproduzidos em condições reais de projeto utilizando equipamentos de medição adequados e operados por profissional habilitado.

Os pontos de ancoragem realizados no protótipo foram validados a partir de ensaios de tração direta. Estes ensaios, realizados em campo, buscaram investigar se a capacidade de suporte de carga dos pontos de ancoragem é maior que 1.500 kgf (quilograma-força).

Dessa forma, o ensaio consiste em uma técnica utilizada para a investigação da capacidade portante do elemento com caráter destrutivo. Após a montagem do sistema no protótipo, aplicou-se uma carga de tração normal no ponto de fixação para verificação da resistência. A Figura 3 e Figura 4 exibem a montagem do sistema de ensaio.

Figura 3: Fixação dos cabos de aço nos orifícios de ancoragem



Fonte: o autor.

Figura 4: Modelo do Conjunto instalado para realização dos ensaios



Fonte: o autor.

UTILIZAÇÃO DO SISTEMA EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

A edificação admitida para utilização do sistema é constituída por um edifício de uso residencial, composto por 27 pavimentos. Situada no bairro da Madalena, município de Recife, estado de Pernambuco, o empreendimento adotou o sistema de ancoragem, objeto deste estudo, com o fim de auxiliar as atividades de execução dos

revestimentos de fachadas por meio do uso de andaimes suspensos e alpinismo industrial (acesso por cordas). Os andaimes, por sua vez, são apoiados por cabos metálicos fixos nos pontos de ancoragem.

O método utilizado, vide Figura 5, para análise de capacidade de carga dos pontos da edificação seguiu todas as premissas do protótipo, com aplicação da carga concentrada de projeto (1.500kgf) durante 5 minutos, sem caráter destrutivo.

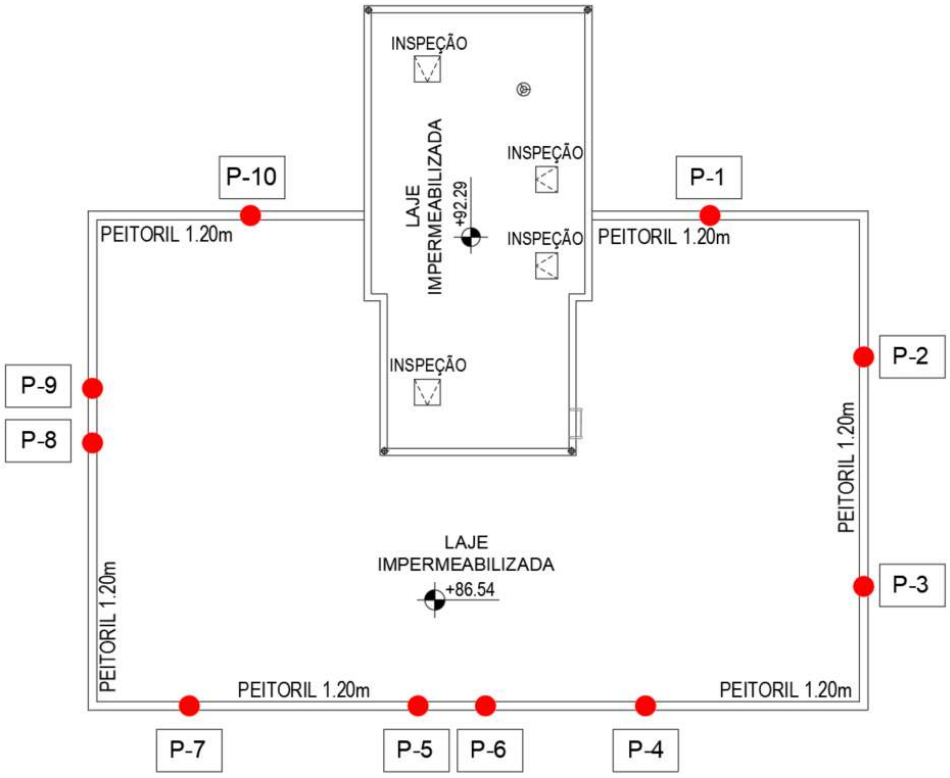
Figura 5: Conjunto de ensaio montado na edificação



Fonte: o autor.

O perímetro da platibanda contempla 80 pontos de ancoragem e, como espaço amostral para realização do procedimento experimental de resistência à tração, adotou-se este ensaio em 10 pontos do contorno arquitetônico no pavimento de cobertura (representando 12,5% da totalidade dos pontos de ancoragem). A disposição adotada está exibida na Figura 6.

Figura 6: Disposição dos pontos de ancoragem concebidos *in loco*



Fonte: o autor.

RESULTADOS

ANÁLISE DO ENSAIO - PROTÓTIPO

Os resultados obtidos a partir do procedimento de ensaio do protótipo apresentaram atendimento aos critérios estabelecidos pela NR 18 [16], tendo como objetivo o ensaio destrutivo. Portanto observou-se que o resultado de resistência à tração apresentou patamar superior ao que é preconizado na NR 18 [16], sendo este, atingindo a carga de 3.405,0 kgf, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Resumo de resultados

Identificação do Elemento (*Insert*)	Localização	Ensaio de Tração		Registro Fotográfico
		Ocorrência de Ruptura	Carga de Ruptura (kgf)	
Ponto 1 Central	Plano Amostral	Sim	3405,0	Figura 7

Fonte: o autor.

A capacidade de carga alcançada, durante os ensaios, pelo protótipo do dispositivo de ancoragem foi superior ao dobro exigido pela NR 18 [16], correspondendo a 127% acima da carga mínima estipulada, conforme exibida no item (B) da Figura 7. A superação dos requisitos mínimos proporciona uma condição adicional de segurança e demonstra a confiabilidade na utilização do sistema de ancoragem para o exercício de atividades em altura.

Figura 7: Aplicação de carga em protótipo



(A) equipamento de ensaio instalado

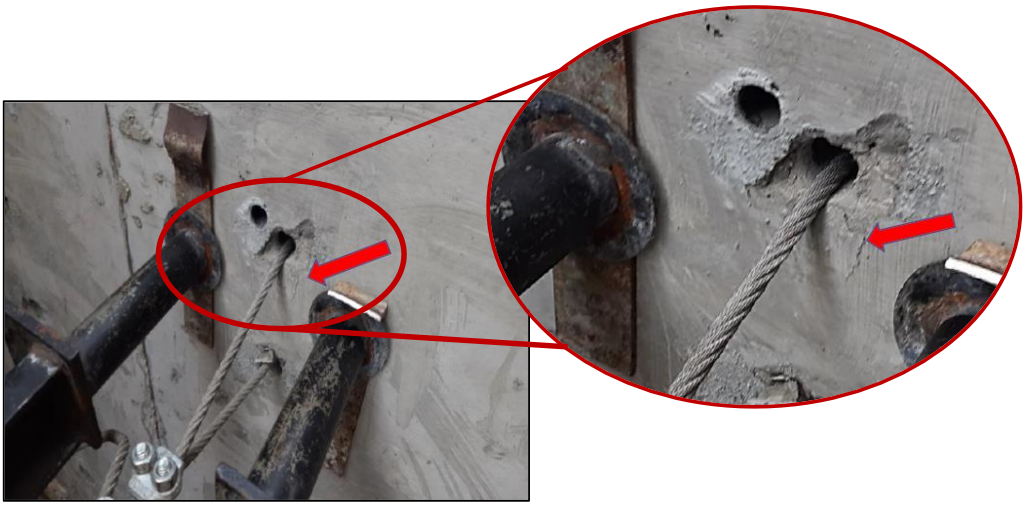


(B) leitor de carga

Fonte: o autor.

Salienta-se que a ruptura indicada no ensaio foi identificada no instante em que o leitor de carga cessou o registro de aumento na força de tração e permaneceu com leitura constante. Este cenário indica que o esforço aplicado excedeu a capacidade de carga no protótipo, resultando em deformação contínua. A Figura 8 exibe o surgimento de fissuras na superfície do concreto pós ruptura.

Figura 8: Registro da ocorrência de fissuras na camada superficial do elemento estrutural



Fonte: o autor.

Todos os dados coletados durante os ensaios foram devidamente registrados e documentados por meio de relatórios técnicos por empresa especializada, incluindo o procedimento de ensaio e resultados obtidos.

VALIDAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA NA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

A aplicação do dispositivo de ancoragem em edifícios, objeto deste estudo, foi utilizado após validação do sistema em campo. Os resultados obtidos durante o ensaio dos 10 pontos de ancoragem, dispostos no pavimento de cobertura, apresentaram conformidade em relação ao método descrito. O Quadro 1 apresenta os resultados dos pontos ensaiados, destacando o atendimento à carga mínima exigida pela NR 18 [16].

Quadro 1: Resultados dos ensaios *in loco*

Ponto	Local de ensaio	Capacidade de suporte de carga (kgf) durante o intervalo de 5 minutos	Observação
Ponto 1	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 2	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 3	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 4	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 5	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 6	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 7	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 8	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 9	Platibanda	>1500	Sem ocorrências
Ponto 10	Platibanda	>1500	Sem ocorrências

Fonte: o autor.

A Figura 9 apresenta a realização do ensaio de tração nos pontos de ancoragem 01, 05 e 08, respectivamente, fornecendo a representação visual que evidencia o procedimento de validação do sistema de ancoragem em campo. Nos experimentos

realizados na edificação, não foram observadas deformações durante o procedimento de ensaio.

Figura 9: Ensaio de resistência à tração direta



(A) Ponto 01 (B) Ponto 05 (C) Ponto 08
Fonte: o autor.

Mediante os valores obtidos nos ensaios, bem como a validação dos dispositivos avaliados, os pontos de ancoragem encarregaram-se na amarração dos cabos de fixação de andaimes suspensos e alpinismo industrial (acesso por cordas), onde é possível destacar a versatilidade na forma que é utilizado os pontos de ancoragem. A Figura 10 demonstra a utilização do sistema de ancoragem na edificação estudada durante a execução do revestimento de fachada e atividade de limpeza, por meio de andaime suspenso e acesso por cordas. O sistema concebido possibilita a utilização do dispositivo em diferentes modalidades de trabalho em altura, seja por meio de andaime suspenso, acesso por cordas etc. Pois os resultados obtidos possibilitam uma ancoragem confiável e segura, contribuindo para a segurança dos profissionais envolvidos.

Figura 10: Emprego dos dispositivos de ancoragem em:



(A) Andaimes suspensos (B) Alpinismo Industrial
Fonte: o autor.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos referentes ao sistema de ancoragem desenvolvido neste estudo demonstraram que a solução é eficiente e confiável. Os ensaios do protótipo e a validação em edifícios residenciais evidenciaram a capacidade de suportar cargas significativas, superando as exigências da NR 18 [16] sem manifestar falhas durante o procedimento de ensaio. Além disso, a aplicação do sistema em andaimes suspensos e alpinismo industrial (acesso por cordas) atesta que sua utilização é adequável em diferentes cenários de trabalho em altura. A utilização do sistema proporciona maior segurança aos trabalhadores que estão em operação, reduzindo os riscos de acidentes e garantindo a estabilidade das estruturas fixadas nos pontos de ancoragem.

Durante a realização do trabalho, foi possível reconhecer que este estudo possui limitações. Pois, os ensaios realizados no protótipo desenvolvido foram conduzidos com uma amostra limitada, o que restringe a generalização dos resultados para outras situações distintas. Embora os resultados da validação do protótipo e da edificação apresentem atendimento ao mínimo requerido, é necessário considerar as limitações do estudo e as peculiaridades de cada situação específica. As características dos elementos estruturais como as platibandas e as demandas de carga podem variar, exigindo adaptações ou ajustes no sistema de ancoragem. Diante disso, para aplicar o sistema em condições distintas do objeto de estudo deste trabalho, é necessário realizar novos procedimentos de ensaio para aprovação o sistema de ancoragem.

Recomenda-se que estudos futuros expandam a amostra de pontos ensaiados nas edificações e considerem outros tipos de elementos estruturantes, a fim de obter resultados mais abrangentes e representativos. Além disso, é fundamental avaliar não só os aspectos técnicos, mas também a viabilidade econômica e utilização do sistema de ancoragem, levando em consideração os custos de instalação e manutenção.

A aplicação do sistema de ancoragem em edifícios, bem como em andaimes suspensos e acesso por cordas, mostrou-se eficiente e versátil. A fixação do sistema proporcionou estabilidade e segurança aos profissionais que executaram as tarefas em altura, como aplicação do revestimento de fachadas e atividades de limpeza. Isso contribui significativamente com a eficiência e a segurança das atividades realizadas em edificações residenciais, além de poder ser aplicado em outras áreas da construção civil.

Portanto, o sistema de ancoragem desenvolvido neste estudo apresentou resultados promissores e contribuições significativas. Sua utilização demonstrou eficiência na fixação de equipamentos em elementos estruturais, bem como em andaimes suspensos e acesso por cordas. Apesar das limitações do estudo, os resultados obtidos fornecem uma base sólida para o aprimoramento e a aplicação prática do sistema, promovendo a segurança e a eficiência nas atividades realizadas em altura.

REFERÊNCIAS

[1] SILVA, N.; RANASINGHE, M.; SILVA, C.R. **Risk factors affecting building maintenance under tropical conditions.** J. Financ. Manag. Prop. Constr. 2012, 17, 235–252.

[2] KERBES, E. S.; PUIATTI, R. L. M. **Segurança em trabalho em altura em manutenções em condomínios verticais - Prédios de múltiplos pavimentos**. PPG em Engenharia de Segurança do Trabalho - Univates (Universidade do Vale do Taquari). p. 1–14, 2018.

[3] BRANCHTEIN, M. C. **Análise de riscos do uso de um sistema de proteção contra quedas com linha de vida horizontal como proteção de periferia na Construção Civil brasileira**. Laborare, v. 1, n. 1, p. 151–179, 2018.

[4] JEBELLI, H.; AHN, C. R., STENTZ, T. L. **Fall risk analysis of construction workers using inertial measurement units: Validating the usefulness of the postural stability metrics in construction**. Safety Science. v. 84, p. 161-170, 2016. ISSN 0925-7535. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.012>.

[5] JAHANGIRI, M.; SOLUKLOEI, H. R. J.; KAMALINIA, M. **A neuro-fuzzy risk prediction methodology for falling from scaffold**. Safety Science. v. 117, p. 88-99, 2019. ISSN 0925-7535. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.009>.

[6] CARDINI, E.; SOHN, E. C. **Above and beyond: Access techniques for the assessment of buildings and structures.** In Proceedings of the AEI 2013: Building Solutions for Architectural Engineering, State College, PA, USA. 2013.

[7] WANG, F.; TAMURA, Y.; YOSHIDA, A. **Wind loads on clad scaffolding with different geometries and building opening ratios**. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn. v. 120, p. 37-50, 2013.

[8] CHEW, Y. L.; TAN, P. P. **Staining of Façades**; World Scientific: Singapore, 2003.

[9] RAJENDRAN, S.; GAMBATESE, J. **Risk and financial impacts of prevention through design solutions**. Pract. Period. Struct. Des. Constr. v. 18, p. 67-72, 2013.

[10] VOSSOUGHI, H.; SIDDIQUI, R. I. **Industrial rope access**—An alternate means for inspection, maintenance, and repair of building facades and structures. In STP1444-EB Building Facade Maintenance, Repair, and Inspection; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2004.

[11] MCCANN, M. **Deaths in construction related to personnel lifts**, 1992–1999. J. Saf. Res. v. 34, p. 507-514, 2003.

[12] DOGAN, E.; YURDUSEV, M. A.; YILDIZEL, S. A.; CALIS, G. **Investigation of scaffolding accident in a construction site: A case study analysis**. Eng. Fail. Anal. v. 120, p, 105-108, 2021.

[13] STAY, K. **Rope access for inspection, testing and maintenance of industrial structures**. J. Prot. Coat. Linings. v. 35, p. 44-48, 2018.

[14] KAMYA, B. M. **Industrial rope access approach in the inspection and maintenance management of bridges**. In Proceeding of the 5th International Conference on Bridge Management, Surrey, UK. 2005.

[15] HOLD, S. **Rope access for inspection and maintenance**. Proc. Inst. Civ. Eng. Munic. Eng. v. 121, p. 206-211, 1997.

[16] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18** – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2021.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.575-1**: Edificações Habitacionais –Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

[18] DAVIS TM. **Sustained Load Performance of Adhesive Anchor Systems in Concrete**. PhD Dissertation. Gainesville, FL: University of Florida; 2012.

[19] MESZAROS, J. (1999): **Tragverhalten von Verbunddübeln im ungerissenen und gerissenen Beton** (Load-bearing behaviour of bonded anchors in non-cracked and cracked concrete). Doctor thesis, Universitat ¨ Stuttgart, 1999.

[20] LIU, HUA.; ZHAO, JIAN.; DAVIS, TODD. **Novel adhesive anchoring system through engineered adhesive-concrete interface**. Structures. v. 33, p. 947-956, 2021. ISSN 2352-0124. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.04.097>.