

AVALIAÇÃO DE ANDAIMES FACHADEIROS EM RELAÇÃO AO PROJETO E AO USO, EM DIFERENTES FASES DE OBRA

Autor: Beatriz Melo Macedo (beatriz.macedo@edu.pucrs.br)

Orientador: Prof. Dr. Abrahão Bernardo Rohden (abrahao.rohden@pucrs.br)

Resumo

A construção civil desempenha um papel essencial no desenvolvimento econômico e social, mas enfrenta elevados índices de acidentes de trabalho, especialmente em atividades em altura. Nesse contexto, os andaimes fachadeiros destacam-se como equipamentos de proteção coletiva fundamentais, oferecendo segurança, eficiência e flexibilidade em canteiros de obras. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos andaimes fachadeiros quanto à segurança, eficiência e flexibilidade em projeto e em diferentes fases de uso do andaime: concluído e desmontagem. A pesquisa utilizou o método proposto por Hertz (2015), baseado em um protocolo de avaliação que inclui 11 requisitos de segurança, 3 de eficiência e 4 de flexibilidade, com análise em duas obras residenciais de porte médio, avaliando o projeto e uso do andaime. Os resultados mostraram que os andaimes atenderam satisfatoriamente aos três requisitos principais. A segurança destacou-se por reduzir o risco de quedas, a eficiência por permitir a execução contínua de atividades em altura ao longo da obra, e a flexibilidade por adaptar-se a diferentes condições construtivas e interferências de equipamentos. Apesar de um bom desempenho geral, identificaram-se lacunas relacionadas às instruções de uso e ao controle de manutenção, reforçando a necessidade de aprimoramentos em futuras utilizações do sistema.

Palavras-chave: Andaime fachadeiro; equipamentos de proteção coletiva de periferia; trabalho em altura; segurança; eficiência; flexibilidade.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento social, impulsionando a economia e o crescimento urbano. Além de contribuir significativamente com o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2023) a construção civil corresponde a 16% dos novos empregos criados no Brasil. Dentro deste contexto, se faz necessário uma maior atenção à segurança dos trabalhadores dentro dos canteiros de obras, visando minimizar os acidentes de trabalho e garantir a integridade dos profissionais.

Conforme a Organização Internacional do Trabalho (OIT) 4% do PIB mundial é gasto com acidentes de trabalho, um número que representa a falta de conformidade com as normas de segurança ao redor do mundo, a falta de treinamento dos colaboradores deste setor e a insuficiência de técnicos especializados em segurança atuando mais próximos aos trabalhadores da construção civil.

No Brasil, apesar das normas vigentes, como NR18 (BRASIL, 1978) e NR35 (BRASIL, 2012), ocorrem em média 70 acidentes de trabalho por hora e 7 mortes por dia, conforme o Tribunal Superior do Trabalho (PEREIRA, 2023). Neste cenário, os andaimes fachadeiros utilizados em obras se apresentam como um dos principais equipamentos de proteção coletiva para diminuir os riscos de quedas de diferentes níveis. Este dispositivo proporciona uma superfície estável e segura para os trabalhadores executarem suas atividades em altura, garantindo além de maior proteção, uma melhor organização das frentes de trabalho em fachadas de prédios, uma maior eficiência na movimentação de operários e materiais e otimização do prazo de entrega de obras.

Além do quesito segurança, os andaimes fachadeiros também devem colaborar com questões de eficiência e flexibilidade, como confirma Honório (2002): a produtividade também é definida como a utilização mais eficaz dos fatores de produção para obtenção de maior quantidade de bens e serviços no menor tempo possível e com esforços humanos mínimos. Junto a isso, a flexibilidade de montagem dos andaimes permite ajustes quanto às diferentes fachadas, interferências da própria obra, como elevadores cremalheiras e minigruas, e até mesmo irregularidades de terreno.

Levando em consideração que 40% dos acidentes de trabalho reportados estão relacionados com quedas em altura conforme o Ministério do Trabalho e Emprego e relatado pela Agência Sistema Fiep (2019), surge a questão da pesquisa, os andaimes fachadeiros atendem aos requisitos fundamentais para um desempenho adequado, tanto em projeto quanto em uso?

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos andaimes fachadeiros quanto à segurança, eficiência e flexibilidade em projeto e em diferentes fases de uso do andaime: concluído e desmontagem. Utilizando a metodologia proposta por Hertz (2015), que consiste em um protocolo de avaliação de atendimento a requisitos de desempenho dos andaimes. Este estudo delimita-se a análise de andaimes fachadeiros fornecidos por uma única empresa, que é responsável pelo projeto, locação e montagem desses equipamentos, possibilitando uma avaliação mais detalhada da qualidade e segurança em cada uma dessas etapas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Acidentes na construção civil

Historicamente, a construção civil sempre esteve entre os setores mais vulneráveis e agressivos para acidentes de trabalho. Grandes obras como monumentos históricos, igrejas e pontes eram construídas sem qualquer tipo de medidas de segurança ou fiscalização, resultando em muitas fatalidades. Com o avanço da industrialização e a globalização, os trabalhadores ficaram cada vez mais expostos a ambientes complexos, com elevados riscos, tornando os acidentes de trabalho cada vez mais comuns.

Os acidentes na construção civil, atualmente, ainda representam um grave problema para o setor, espelhando os mesmos riscos que historicamente marcam essa atividade. Apesar das novas tecnologias e a criação de normas de segurança, os trabalhadores ainda enfrentam perigos em todas as fases da obra, como quedas de altura, soterramentos, choques elétricos e lesões causadas por máquinas e equipamentos.

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o sistema eSocial registrou em 2023 um total de 499.955 acidentes de trabalho; dentre os setores que mais registram acidentes de trabalho com morte e lesões graves no Brasil encontra-se a Construção Civil. Este cenário alarmante é frequentemente atribuído à carência de treinamentos adequados aos trabalhadores, à falta de avaliação de potenciais riscos no ambiente de trabalho, ao uso inadequado de equipamentos de proteção, fatores que um a um contribuem para um possível acidente.

Dentre estes, as atividades em altura merecem uma atenção especial, pois são realizadas em diversas áreas do canteiro de obra e em diferentes fases do processo construtivo, como na montagem e desmontagem de andaimes, execução de fachadas, manutenção de telhados e limpeza de reservatórios.

Trabalho em altura, definido pela Norma Regulamentadora NR 35 (BRASIL, 2012) como qualquer atividade executada com diferença de nível superior a dois metros, onde haja risco de queda, requer atenção redobrada para que possam ser prevenidas. Segundo a “Segurança e Saúde na Indústria da Construção no Brasil “ (2015, p. 47) as quedas em altura ocupam o 2º lugar de causa de mortes fatais na indústria da construção, o que reforça a necessidade de medidas preventivas, uso mais adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e treinamentos mais recorrentes que garantam uma atuação mais segura dos trabalhadores. Inspeções regulares dos equipamentos e supervisão constante das atividades em altura também são práticas fundamentais para proteção da vida dos trabalhadores.

2.2 Equipamentos de proteção coletiva de periferia

2.2.1 Andaimes fachadeiros

Andaime fachadeiro é uma estrutura temporária utilizada para dar acesso seguro a áreas elevadas de uma edificação e proteger a periferia de queda de pessoas e materiais no processo construtivo, e segundo a NR 35 (BRASIL, 2012) andaimes servem como plataformas de trabalho em altura. Ele consiste em um conjunto de plataformas horizontais, sustentadas por quadros verticais e guarda-corpos metálicos, de uma forma que permita que o trabalhador se movimente em segurança enquanto realiza suas atividades de difícil acesso (Figura 1).

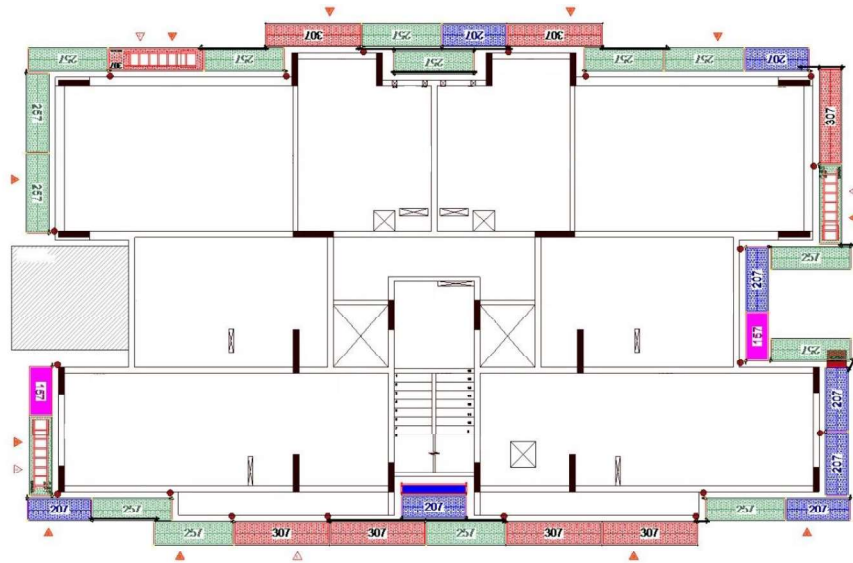
Os andaimes, conforme as exigências da NR-18 (BRASIL, 1978), devem ser equipados com medidas de proteção contra quedas em todo o seu perímetro, incluindo as extremidades e cabeceiras (Figura 2), exceto na face de trabalho. Isso inclui a instalação de guarda-corpos com altura de 1,20m e travessões intermediários posicionados a 70cm e rodapés com 20cm de altura. Os espaços entre os travessões precisam ser fechados com telas ou outro sistema que impeça a queda de trabalhadores ou a projeção de materiais durante as atividades. Essas telas devem ter resistência mecânica adequada e precisam ser instaladas desde a primeira plataforma até dois metros acima da última. O acesso aos andaimes deve ser feito por escadas metálicas acopladas aos painéis, com uma largura mínima de 40cm, ou por escadas fixas do tipo marinho.

Figura 1 - Edificação utilizando andaime fachadeiro



Fonte: Jog Engenharia de Andaimes. Disponível em: <https://www.jogandaimes.com.br/>

Figura 2 - Projeto de andaime fachadeiro



Fonte: Autora (2024)

Sua montagem se inicia anteriormente ao início da estrutura, de forma a proporcionar segurança no preparo de fôrmas de pilares, vigas, lajes e continua a subir antecipadamente a cada pavimento. À medida que a obra avança, é montado um novo nível de andaime, a cada concretagem, por exemplo, proporcionando proteção contra quedas da periferia do prédio e facilitando a execução de serviços na fachada. Segundo estudo recente (FRANCESCHI apud FARIAS, 2016) andaimes fachadeiros são formados por placa base, quadros verticais e horizontais, travessas diagonais, guarda-corpo e escada, e podem ser divididos em dois tipos:

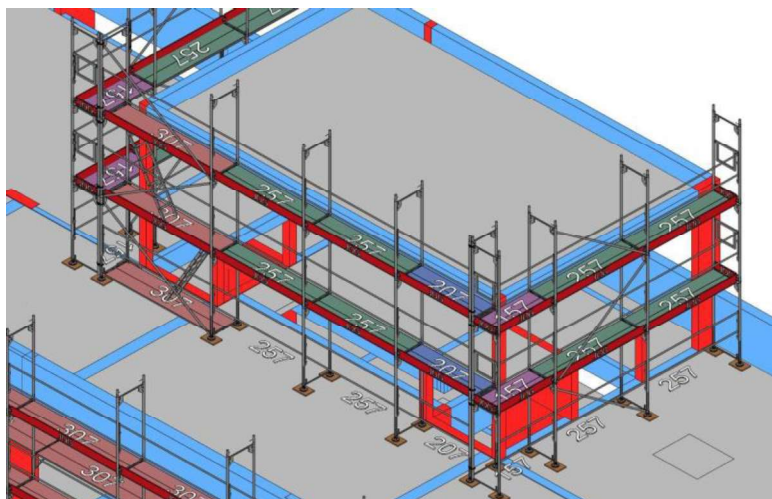
- a. Modular: são módulos pré-fabricados que se conectam facilmente, compostos por quadros metálicos simples, guarda-corpo horizontal, diagonal para travamento, pisos metálicos e/ou elementos horizontais que servem para suportar a passagem de pessoas com cargas e escadas internas com alçapões. Este tipo de solução oferece flexibilidade quanto à altura e largura da fachada, como ilustram as figuras 3 e 4.

Figura 3 - Utilização em obra de andaime fachadeiro do tipo modular



Fonte: Jog Engenharia de Andaimes. Disponível em: <https://www.jogandaimes.com.br/>

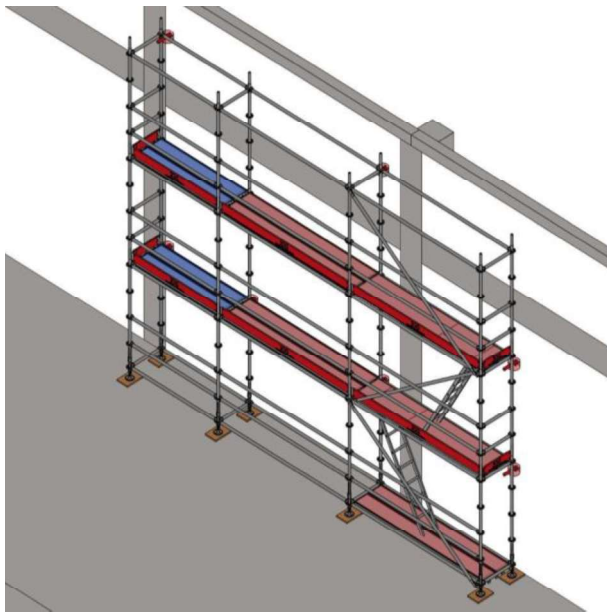
Figura 4 - Ilustração de andaime fachadeiro do tipo modular



Fonte: Autora (2024)

- b. Multidirecional: formado por postes com rosetas multidirecionais, travessas horizontais com cunhas de travamento, travessas diagonais, plataformas metálicas para passagem e plataformas de acessos de um nível a outro com escada acoplada (Figura 5). Este sistema oferece uma maior versatilidade quanto a estruturas especiais como maquinário industrial e suporte para eventos (Figura 6), devido ao seu sistema de ligação onde a roseta possibilita diversas angulações e diferentes níveis entre plataformas.

Figura 5 - Ilustração de andaime fachadeiro tipo multidirecional



Fonte: Autora (2024)

Figura 6: Utilização de andaime fachadeiro tipo multidirecional



Fonte: Layher. Disponível em:
www.layher.com.br

2.2.2 Redes de segurança (Sistema de redes V e U)

As redes de segurança formam um sistema limitador de queda em altura, composto simplificada por: rede de segurança, cordas de sustentação ou de amarração e periférica de rede, conjunto de fixação e ancoragem e acessórios para a rede. Este sistema é instalado em toda a periferia da edificação e tem como característica suportar o peso de uma pessoa ou material em queda, instalação rápida e flexibilidade quanto a arquiteturas complexas. O sistema de proteção contra queda em altura de uma obra é obrigatório desde a primeira laje, conforme a NR-18 (BRASIL, 1978) item 18.13.4, e só deve ser retirado após a conclusão da vedação da periferia do edifício. O conjunto pode ser composto por um ou mais sistemas de redes para ter a proteção completa, dentre eles os mais utilizados na construção civil do Brasil, são:

- a. Sistema de rede tipo “V”: é empregado para reduzir os impactos de queda de trabalhadores, materiais e ferramentas. Ele é instalado verticalmente nos últimos pavimentos concretados, é composto por rede de segurança fixada a uma estrutura metálica do tipo forca, podendo ser substituído à primeira linha de bandeja secundária (Figura 7).
- b. Sistema de rede tipo “U”: é empregado para eliminar o risco de queda de trabalhadores em etapas onde ainda não foi finalizada a execução da vedação da obra.

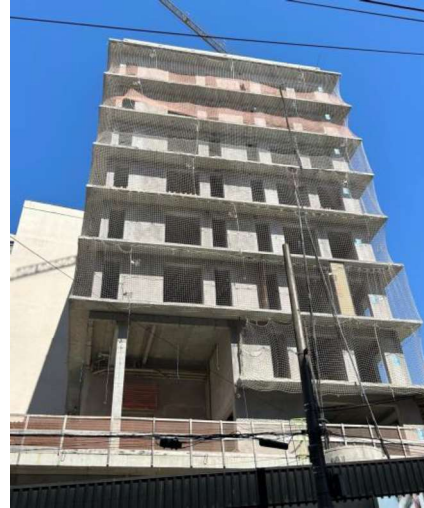
O sistema consiste em uma rede de segurança, corda perimetral, corda de união, rede de proteção contra queda de materiais e ancoragens metálicas, ancorado laje a laje fechando toda a periferia da torre, podendo eliminar a segunda linha de plataformas secundárias (Figura 8).

Figura 7: Sistema de rede tipo “V”



Fonte: Dreinetz - Redes de Segurança

Figura 8: Sistema de rede tipo “U”



Fonte: Autora (2024)

2.2.3 Proteção periférica metálica deslizante (PPMD)

Este tipo de proteção coletiva de periferia é composto por uma estrutura metálica deslizante, dividida em três componentes principais: suporte, quadro e estai. Este sistema é fixado na extremidade da última laje concretada, proporcionando uma proteção contra queda dos trabalhadores que estão realizando as fôrmas da laje seguinte. Sua principal característica é a capacidade de deslizar ao longo da estrutura à medida que a obra avança. Além de oferecer alta durabilidade e resistência, o sistema deslizante melhora a eficiência, já que pode ser reposicionado facilmente sem a necessidade de desmontagem, garantindo a segurança sem interromper o ritmo da construção. Quando utilizado este tipo de proteção são necessários sistemas complementares para atender a todos os requisitos normativos, como sistema de rede de segurança V e U.

Figura 9: Edificação utilizando o sistema de proteção periférica deslizante



Fonte: Capivari Metais

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Método de Pesquisa

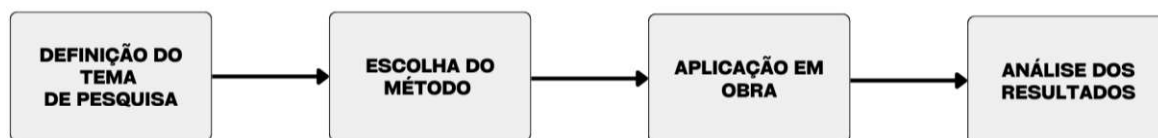
A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, que para Vieira (1996) pode ser definida como a que se fundamenta principalmente em análises qualitativas, caracterizando-se, em princípio, pela não utilização de instrumental estatístico na análise dos dados. Quando se trata do ponto de vista de sua natureza, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, uma vez que busca gerar conhecimento direcionado à resolução de problemas práticos e trazer melhorias no campo estudado. De acordo com seus objetivos, o estudo é caracterizado como descritiva, procura conhecer a realidade estudada, suas características e seus problemas. Os procedimentos adotados foram de pesquisa experimental, que consiste em definir um objetivo de estudo, identificar as variáveis que podem influenciar este objeto e estabelecem-se métodos para controlar e observar como essas variáveis impactam os resultados.

3.2 Método de Trabalho

O fluxograma apresentado na Figura 10 descreve as principais etapas da pesquisa que serão detalhadas individualmente. O processo começa na definição do tema de pesquisa, na qual é identificado o que será abordado e qual a sua relevância no campo de estudo de segurança, eficiência e flexibilidade em equipamentos de proteção coletiva de periferia. Em seguida, ocorre a escolha do método, que consiste em selecionar a abordagem mais adequada para os

objetivos do estudo. A próxima fase é a aplicação em obra, onde o método escolhido é implementado no campo prático, para coleta de dados. E por fim, realiza-se a análise dos resultados, em que os dados obtidos são avaliados para tirar conclusões e verificar se os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Figura 10: Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autora (2024)

3.2.1 Definição do tema de pesquisa

Dada a elevada incidência de acidentes por queda em altura na indústria da construção civil, torna-se indispensável avaliar o desempenho dos sistemas de proteção de periferia, visando garantir a segurança dos operários. O presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho de andaimes fachadeiros quanto a segurança, eficiência e flexibilidade. Quanto à segurança, se analisa a capacidade de reduzir acidentes e o cumprimento das normas regulamentadoras, como a NR 18 e NR 35, impactando diretamente na integridade física dos trabalhadores. Já em relação à flexibilidade, avalia-se a capacidade de adaptação do andaime a diferentes tipos de estruturas e condições que a obra oferece. E por fim, quanto à eficiência, esta influencia diretamente o tempo e o custo das obras, assegurando que os processos sejam realizados de maneira rápida, com mais frentes de trabalho simultâneas e com menos recursos desperdiçados.

Dentro dos requisitos analisados, os andaimes fachadeiros (AF) foram observados primeiramente em situações de projeto e posteriormente em situações de uso. O critério utilizado neste estudo foi avaliar andaimes fornecidos por uma única empresa, que é responsável tanto pelo projeto quanto pela montagem e desmontagem do sistema.

3.2.1 Escolha do método

O presente trabalho optou por utilizar o método proposto por Hertz (2015), em que desenvolve um protocolo de avaliação de atendimento a requisitos de desempenho de andaimes fachadeiros, descritos no Anexo A, onde os requisitos avaliados foram divididos em Segurança, Eficiência e Flexibilidade. As questões do protocolo foram desenvolvidas através de pesquisas realizadas pela autora citada em normas nacionais e internacionais,

entrevistas com auditores fiscais do MTE, projetistas das empresas fornecedoras de andaime e engenheiros de obras.

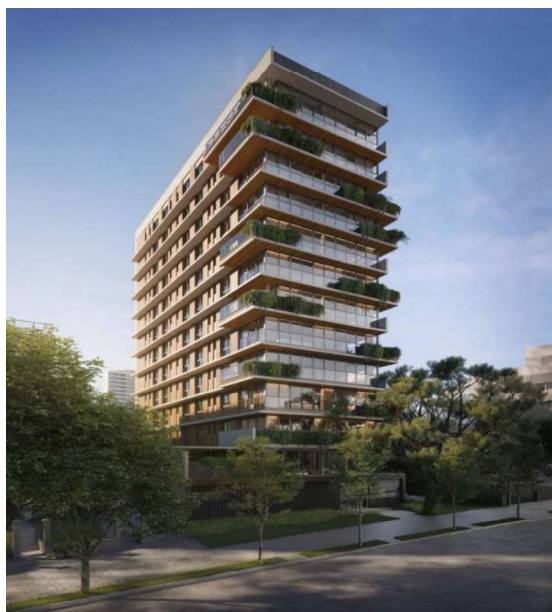
O método de Hertz (2015) abrange 11 requisitos de segurança, que estão associados à resistência estrutural, durabilidade, dimensões e prevenção de acidentes na montagem/desmontagem e uso do andaime fachadeiro. Também conta com 3 requisitos de flexibilidade que analisa se o AF é ajustável a mudanças de configurações geométricas de fachada e diferentes técnicas construtivas. E quanto à eficiência é analisada a capacidade de permissão do AF de execução de todas as tarefas externas, montagem e desmontagem de forma simples e segura. O critério de avaliação é proposto por um sistema de pontuação baseado na análise tanto de projeto quanto do uso em campo; as pontuações de atendimento são divididas em: atende (1 ponto); atende parcialmente (0,5 ponto); não atende (0 pontos); e não se aplica (0 pontos). A inspeção do sistema, que é considerado integrado, é realizada ao longo de toda a periferia do prédio, em toda sua extensão, com especial atenção aos pontos críticos de sua configuração, e sempre considerando o pior caso. Esses pontos críticos incluem:

- a) A base do andaime;
- b) A primeira modulação onde o andaime está totalmente nivelado;
- c) Áreas onde há andaimes em balanço, quando aplicável;
- d) Interferências construtivas, como sacadas ou lajes técnicas;
- e) Interferências com outros equipamentos.

3.2.1 Aplicação em obra

Foram escolhidas duas obras da construção civil para a aplicação do método proposto, que correspondem a edifícios residenciais, localizados na cidade de Porto Alegre/RS e de duas construtoras diferentes, conforme as figuras 11 e 12. Esses empreendimentos são de porte médio, de até 15 pavimentos, utilizam andaimes fachadeiros do tipo modular e o sistema construtivo utilizado é o convencional de concreto armado, comumente utilizado em construções deste porte. A primeira obra, com 14 pavimentos, está na fase de desmontagem dos andaimes, pois todos os trabalhos externos já foram concluídos. A segunda obra, com 15 pavimentos, encontra-se na fase em que o andaime está com a montagem concluída e está em uso pela construtora até a finalização dos acabamentos da fachada. Essa diversidade de cenários permitirá uma avaliação mais detalhada do desempenho dos andaimes em diferentes fases de utilização.

Figura 11: Obra 1



Fonte Construtora A

Figura 12: Obra 2



Fonte: Construtora B

4 RESULTADOS

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos nesta pesquisa após a aplicação do protocolo de avaliação de atendimento a requisitos de desempenho de andaimes fachadeiros. Foram analisados requisitos de segurança, eficiência e flexibilidade de andaimes fachadeiros em duas obras diferentes, cada uma em uma fase específica de utilização do equipamento. As avaliações contemplaram os três requisitos tanto em fase de projeto quanto de uso. Dentro dos 18 requisitos analisados, foram avaliados múltiplos itens, descritos individualmente no Anexo A, nos quais foi aplicado uma média aritmética simples com base nas respostas atribuídas, e considerando o total de pontos obtidos em relação ao número de respostas.

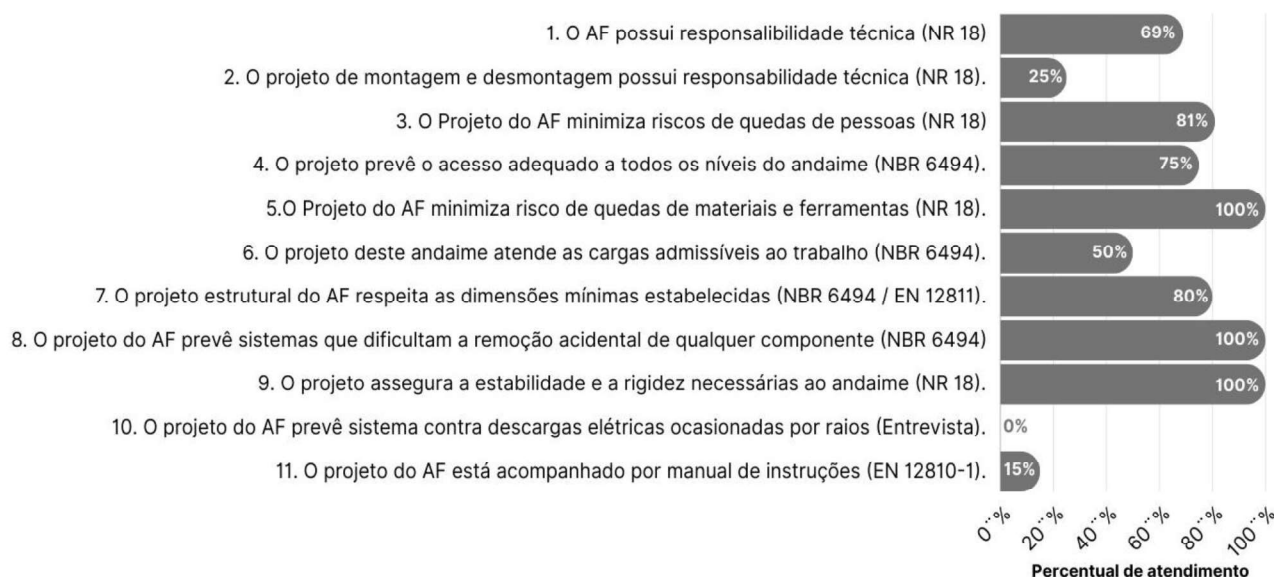
Nas duas obras avaliadas, o andaime fachadeiro foi locado por uma empresa que além de locar, é responsável pelo projeto, pela montagem e desmontagem do equipamento. A avaliação foi organizada conforme as fases em que cada obra se encontra: uma em fase de uso, com andaime 100% montado, e outra em fase de desmontagem do andaime. Dessa forma, os resultados foram organizados por obra, abrangendo as análises de projeto e uso, com foco nas condições reais observadas em cada etapa. Essa abordagem possibilita uma visão completa do desempenho dos andaimes ao longo de todo o ciclo de vida em obra, avaliando cada etapa conforme suas particularidades.

4.1 Obra 1

4.1.1 Análise do projeto

A avaliação do projeto do andaime fachadeiro na Obra 1 revelou que os critérios de segurança, apresentados na figura 13, apresentam um bom nível de conformidade com as normas regulamentadoras. Embora o AF tenha responsabilidade técnica elaborada por um profissional habilitado, constatou-se que o responsável pela fabricação das peças do andaime não faz parte da empresa fornecedora e que o projeto não prevê a identificação do fabricante gravado no material, reduzindo o atendimento a esses critérios. Além disso, o projeto de montagem e desmontagem não é especificado de forma independente, sendo integralmente responsabilidade da empresa fornecedora, que realiza a execução com ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) própria. Itens relacionados à proteção contra quedas, solicitados pela NR18, como o 3 e 5, tem um atendimento muito satisfatório uma vez que o sistema prevê guarda-corpo, rodapé e tela em toda a periferia do andaime, de forma a proteger a queda de pessoas e materiais.

Figura 13: Análise de projeto: requisitos de segurança



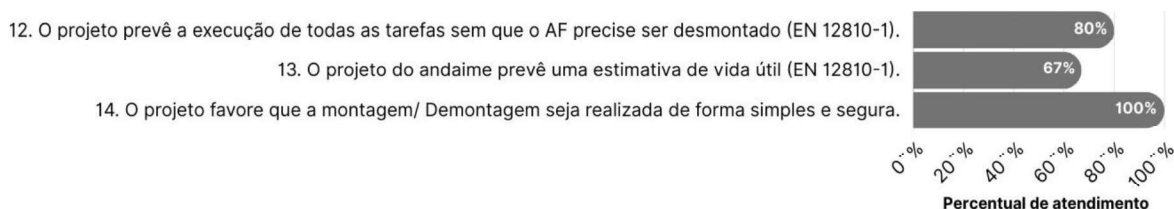
Fonte: Autora (2024)

A NBR 6494 (BRASIL, 1990) determina que os andaimes fachadeiros ofereçam acesso a todos os níveis da estrutura, além de estabelecer as cargas admissíveis ao trabalho, assegurado pelas dimensões estruturais mínimas das peças. Na Obra 1, esses requisitos normativos no projeto de andaime apresentaram um bom percentual de conformidade. Em

contrapartida, o projeto do AF não prevê um sistema contra descargas elétricas; questionada, a empresa fornecedora esclareceu que é de responsabilidade do cliente o aterramento da estrutura do andaime.

No quesito eficiência o projeto do andaime fachadeiro foi bem avaliado, como mostra a Figura 14, pois possibilita a execução de diversas etapas da obra sem a necessidade de desmontagem, incluindo a concretagem dos pavimentos, a etapa de construção de alvenaria e até mesmo a execução da fachada. Embora o tempo de vida útil não seja especificado no projeto, as peças do andaime são galvanizadas para a proteção da corrosão. No mesmo quesito avalia-se também se o projeto facilita a montagem e desmontagem do andaime de forma simples, aspecto beneficiado pelo próprio material do andaime, no qual já é fabricado favorecendo a execução.

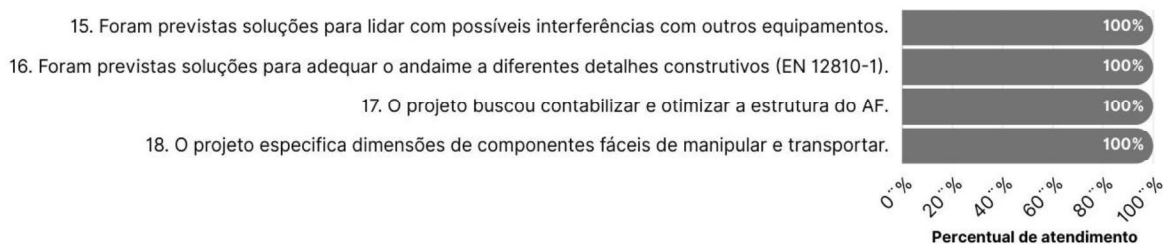
Figura 14: Análise de projeto: requisitos de eficiência



Fonte: Autora (2024)

Quanto à flexibilidade em projeto, se busca avaliar se o andaime fachadeiro é capaz de se adaptar a possíveis interferências a equipamentos da obra, a diferentes detalhes construtivos, a capacidade de se adaptar em áreas curvas, entre outros itens citados na Figura 15. O projeto do AF da Obra 1 mostrou-se ser bem adequado aos requisitos de flexibilidade, pois se adaptou bem ao elevador cremalheira da obra, além de ter balanço na parte da frente do edifício, começando a implantação do andaime no 2º pavimento em balanço, para não atrapalhar o fluxo de pessoas e materiais no térreo da obra.

Figura 15: Análise de projeto: requisitos de flexibilidade

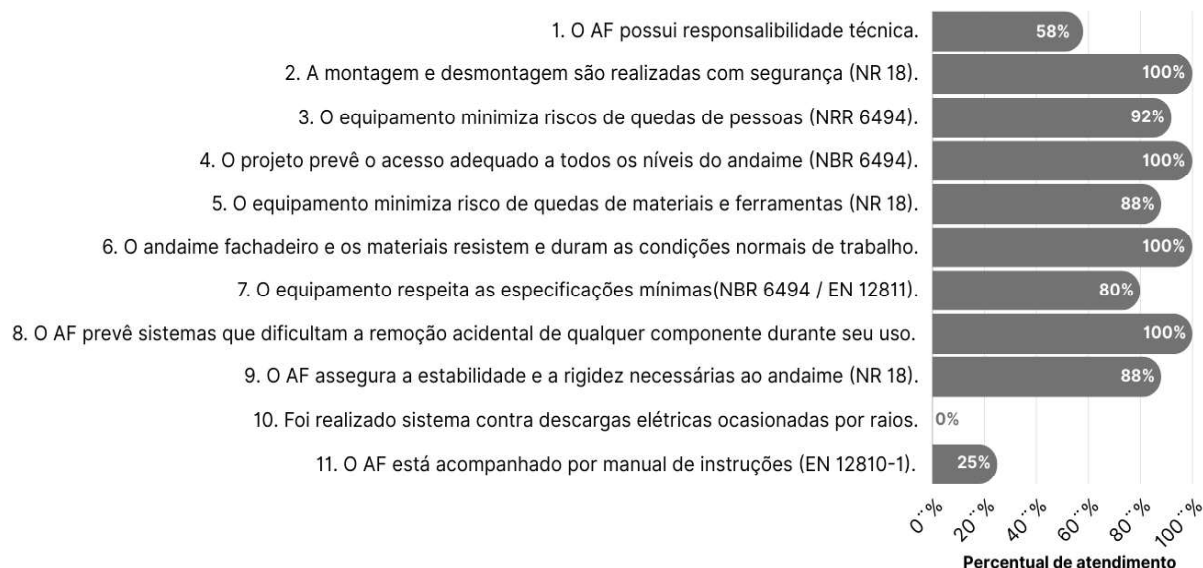


Fonte: Autora (2024)

4.1.2 Análise do uso

A análise do andaime fachadeiro quanto ao uso busca verificar *in loco* se o andaime fachadeiro atende às especificações das normas em relação a quesitos de segurança, eficiência e flexibilidade. A análise inicia avaliando a segurança do equipamento.

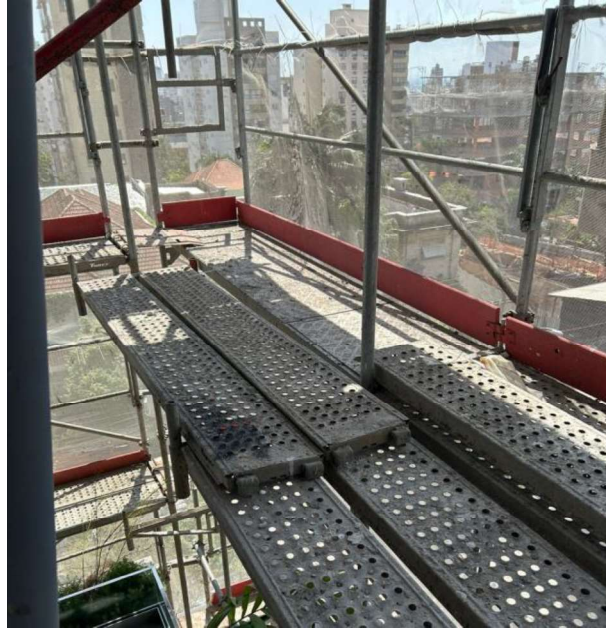
Figura 16: Análise de uso: requisitos de segurança



Fonte: Autora (2024)

Observou-se que o andaime minimiza significativamente o risco de queda de trabalhadores, pois conta com guarda-corpos com barras duplas posicionadas a 1,20m e 0,70m, em todos os níveis de andaime, além de conter a forração completa de pisos ao longo de toda a estrutura. No entanto, foram observados trechos em que houve pisos sobrepostos sem a devida fixação da peça, conforme mostra a figura 17, o que pode comprometer a segurança do trabalhador ao transitar pelo andaime.

Figura 17: Plataforma sobreposta sem a devida amarração



Fonte: Autora (2024)

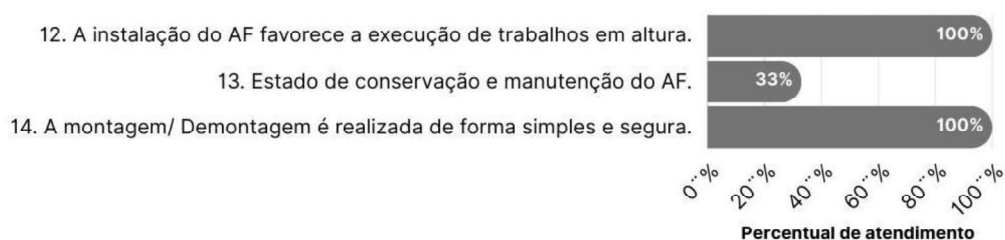
Quanto ao afastamento do andaime em relação à fachada, a norma europeia EN 12810-1 estabelece um limite máximo de 25cm, esse critério é atendido parcialmente, pois foram encontrados alguns pontos em diferentes pavimentos de que o limite foi excedido. O item 4, do quesito segurança, questiona se o equipamento prevê acesso adequado a todos os níveis do andaime: na obra 1 o quesito é plenamente atendido, visto que possuem escadas de acessos, por meio de alçapão, nas quatro fachadas da edificação. Essa configuração facilita a mobilidade e a segurança dos trabalhadores em diferentes posições e alturas da edificação. Em relação ao item 8, que analisa se o AF prevê sistemas que dificultam a remoção acidental de qualquer componente durante o uso, o equipamento teve pleno atendimento, pois o sistema conta com montantes travados por pinos metálicos, e pisos encaixados e travados pelo próprio andaime, o que minimiza os riscos de deslocamento acidental.

A NBR 6494 (BRASIL, 1990) estabelece uma frequência de amarrações de no mínimo uma a cada 36m², critério normativo que é atendido pela estrutura analisada, embora alguns pontos de ancoragem estejam deslocados em relação ao especificado em projeto. Em relação à documentação e instruções de uso, o atendimento foi considerado baixo. A empresa responsável pela locação e montagem do andaime não fornece um manual de instruções específico para a montagem e desmontagem à equipe responsável pela obra, visto que estes serviços ficam por conta da empresa fornecedora, que tem uma mão de obra especializada em montagem e desmontagem de andaime. Sobre o requisito 10, que se trata de sistema de

prevenção contra descargas elétricas, foi classificado como “não atende”, pois não foi possível obter a resposta com os responsáveis pela obra.

No quesito eficiência em uso do andaime na primeira obra, figura 18, que se encontra em fase de acabamentos e desmontagem do AF, verificou-se através de uma conversa com o mestre de obras que o equipamento contribuiu significativamente durante diversas etapas do processo construtivo. Inicialmente, o andaime auxiliou na execução da concretagem dos pavimentos e da alvenaria, e atualmente oferece suporte para a finalização da fachada ventilada. Em relação à conservação e manutenção, item 13, constatou-se que a manutenção do andaime pode ser realizada pelos próprios operários, embora não exista um plano de inspeção periódica implementado pela construtora responsável pela locação. Quanto à eficiência de montagem e desmontagem, o equipamento demonstrou grande praticidade, com encaixes simples e de fácil manuseio, facilitando a movimentação das peças e atendendo plenamente a esse requisito.

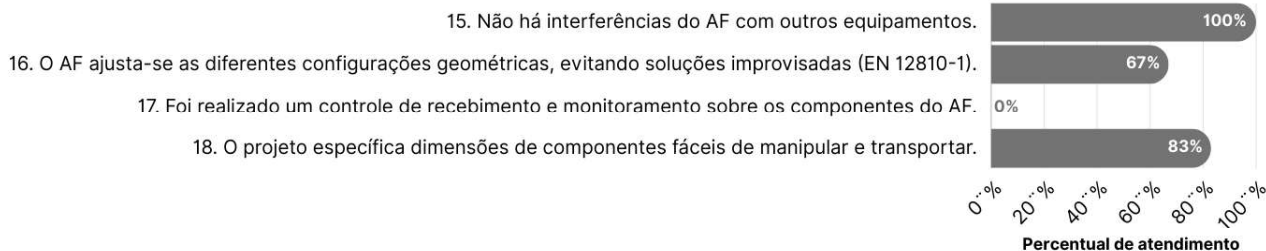
Figura 18: Análise de uso: requisitos de eficiência



Fonte: Autora (2024)

A flexibilidade do andaime fachadeiro nesta obra demonstrou-se satisfatória. Não houve conflitos com o elevador cremalheira, uma vez que sua posição foi prevista no projeto, e, como não foram usadas minigruas, também não ocorreram interferências nesse aspecto. O item 16 refere-se à capacidade do andaime a se adaptar a diferentes configurações. Neste caso o andaime foi adaptado para atender as solicitações de obra, sendo instalado em balanço a partir do 2º pavimento, conforme mostra a figura 20, para liberar o fluxo livre de pessoas e materiais no térreo. Entretanto, não houve um controle formal de entrada e saída de componentes do AF, citado no item 17, visto que não é de responsabilidade do contratante a execução do sistema de proteção coletiva.

Figura 19: Análise de uso: requisitos de flexibilidade



Fonte: Autora (2024)

Figura 20: Implantação em balanço do andaime fachadeiro



Fonte: Autora (2024)

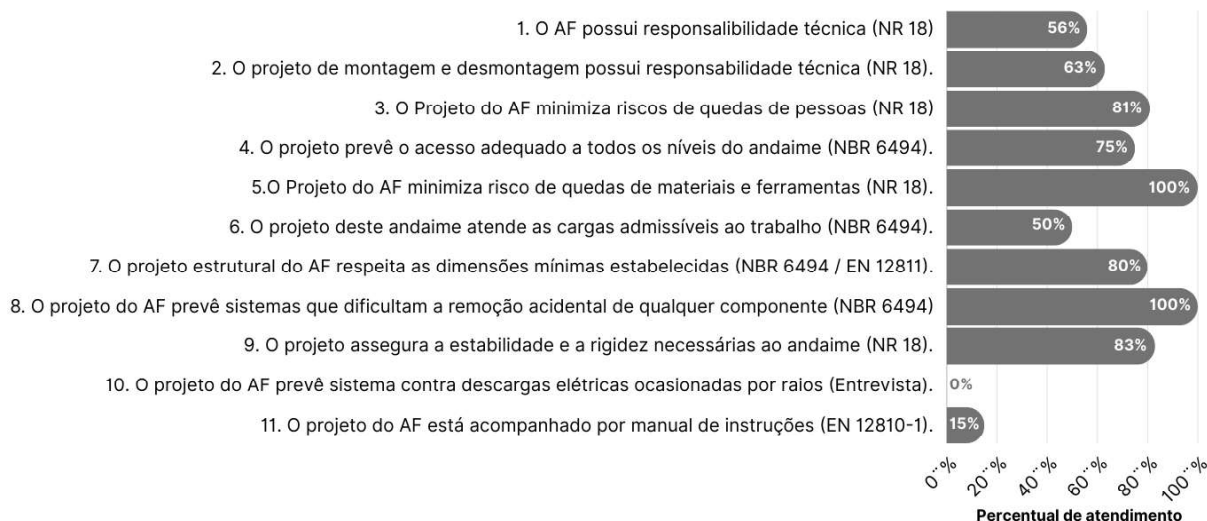
4.2 Obra 2

4.2.1 Análise do projeto

O projeto do andaime fachadeiro para a Obra 2 apresentou conformidade significativa em diversos aspectos de segurança (figura 21), mas também revelou lacunas que comprometem o atendimento pleno aos requisitos normativos. Em relação ao acesso aos diferentes níveis (item 4), o projeto atende adequadamente, prevendo três pontos de escada distribuídos em três das quatro fachadas, assegurando mobilidade e segurança. No que diz respeito à minimização do risco de queda de pessoas e materiais, o projeto contempla guarda-corpo e rodapé em toda a periferia, atendendo às principais exigências normativas da NR 18. Entretanto, em algumas áreas, o afastamento entre o andaime e a fachada do prédio ultrapassa 25cm, configurando um ponto de não conformidade que baixou o percentual de atendimento. A responsabilidade técnica é devidamente formalizada tanto para o projeto

quanto para a execução do andaime. Contudo, o fato de os ensaios das peças serem realizados pelo fabricante, e não pela empresa fornecedora, impacta negativamente na avaliação. Além disso, embora a empresa responsável pelo andaime possua uma ART para os serviços de montagem e desmontagem, não há um projeto detalhado e específico para esta obra.

Figura 21: Análise de projeto: requisitos de segurança

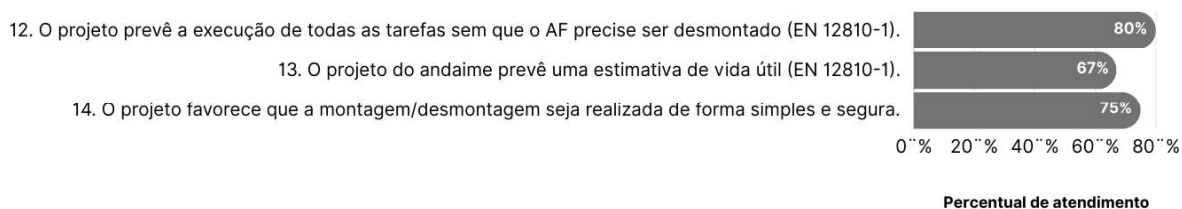


Fonte: Autora (2024)

O projeto não inclui um manual de instruções contendo orientações sobre uso, manutenção, armazenamento das peças ou as cargas que o andaime transfere para o local de apoio. Essa lacuna representa uma falha importante, pois impacta diretamente na segurança e eficiência operacional do sistema durante a execução da obra. Outro ponto crítico identificado foi a ausência de especificações sobre o aterramento do andaime, um item essencial em obras com risco de contato com equipamentos elétricos.

Já no quesito eficiência em projeto (figura 22) a Obra 2 demonstrou um bom desempenho. Em relação à execução das tarefas ao longo de todas as etapas da obra, o projeto atende plenamente, permitindo que o andaime permaneça montado desde o início das atividades até os acabamentos, sem necessidade de desmontagem. Apesar disso, o projeto não especifica o tempo máximo que pode ficar montado ou a vida útil do sistema, embora os componentes galvanizados contribuam para maior durabilidade. Além disso, o sistema de encaixe simples e de fácil entendimento assegura eficiência na montagem e desmontagem, conforme cita o item 14.

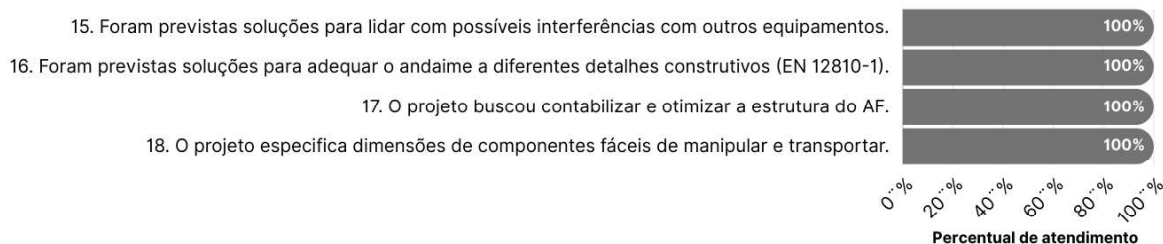
Figura 22: Análise de projeto: requisitos de eficiência



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

No quesito flexibilidade, listado na Figura 23, o projeto do andaime fachadeiro para a Obra 2 apresentou excelente desempenho. O sistema foi adaptado para se integrar perfeitamente ao elevador cremalheira instalado na obra, garantindo compatibilidade e funcionalidade entre os equipamentos. Além disso, o projeto demonstrou grande adaptabilidade ao atender diferentes níveis de implantação. Na frente da obra, o andaime foi implantado no pavimento térreo, enquanto nos fundos iniciou-se no terceiro pavimento e, nas laterais, no segundo pavimento.

Figura 23: Análise de projeto: requisitos de flexibilidade

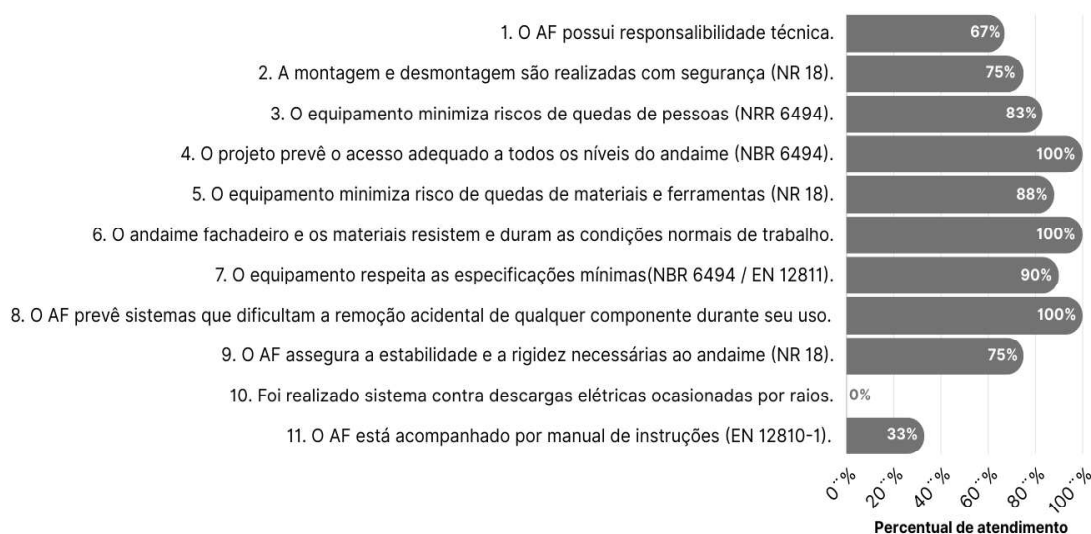


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

4.2.2 Análise do uso

A análise do uso do andaime fachadeiro na Obra 2 revelou pontos de conformidade e alguns aspectos mais críticos que necessitam atenção para melhoria. O equipamento foi avaliado nos 11 itens descritos na Figura 24, dentre eles a minimização dos riscos de queda de pessoas e materiais, estabilidade estrutural, conformidade normativa e documentação técnica. Os resultados indicam uma boa adequação em diversos critérios, embora tenham sido identificadas limitações que podem comprometer a segurança em pontos específicos.

Figura 24: Análise de uso: requisitos de segurança



Fonte: Autora (2024)

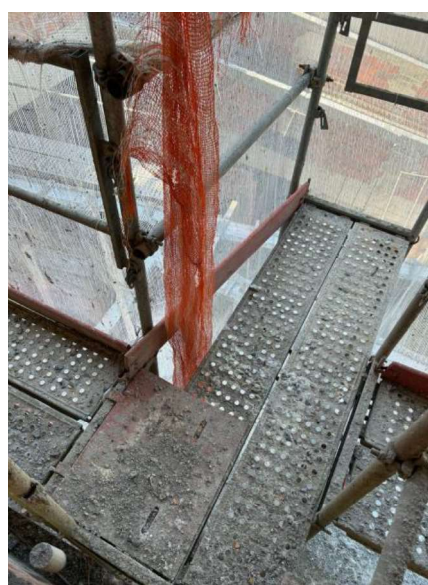
No quesito segurança no uso, o equipamento demonstrou eficiência na minimização do risco de queda de pessoas, pois conta com guarda-corpos duplos ao longo de toda a periferia do prédio e piso metálico antiderrapante. Contudo, foi identificado um trecho de andaime no térreo, com pé-direito de aproximadamente 4,00m, onde não havia guarda-corpo na face interna, expondo trabalhadores a risco de queda (Figura 25). Quanto à queda de materiais, a avaliação foi parcialmente satisfatória. Apesar do andaime contar com fechamento completo de tela, foram observadas frestas entre o rodapé e a plataforma de trabalho em diversos pontos do andaime (Figura 26), o que aumenta o risco de projeção de materiais.

Figura 25: Risco de queda de pessoas



Fonte: Autora (2024)

Figura 26: Frestas entre rodapé e plataforma

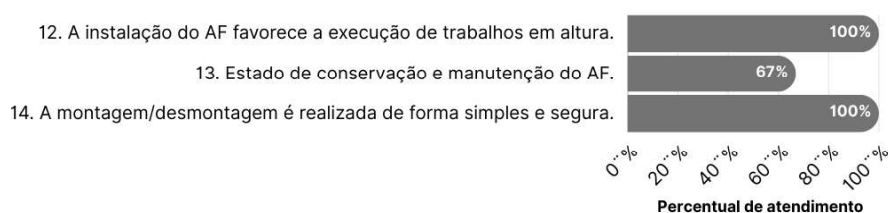


Fonte: Autora (2024)

Em relação ao item 9, em termos de estabilidade e rigidez do equipamento, apresentou uma deficiência no primeiro nível, pois não estava amarrado com ancoragens mais próximas, como pede a NBR 6494 (BRASIL, 1990), mas ainda assim a frequência de ancoragens ao longo da estrutura atendeu a norma, respeitando o intervalo de 36m² por ponto de ancoragem. O quesito proteção contra descargas elétricas foi classificado como "não atendido", pois não havia nenhum sistema de aterramento na estrutura, conforme confirmado pelos responsáveis da obra. Além disso, o item 11 teve um percentual de atendimento muito baixo, visto que a empresa que fornece e monta o andaime não entrega ao cliente um manual de instruções, procedimentos de montagem e desmontagem e nem as cargas que o andaime aplica sobre a estrutura em que ele é apoiado.

Na análise de eficiência do uso do andaime fachadeiro, são analisados os 3 itens como mostra a Figura 27. O AF favoreceu a execução da estrutura do prédio e no momento da aplicação do protocolo em obra ele estava contribuindo para a execução da alvenaria de vedação. Em uma entrevista com o mestre de obras, ele afirmou que também usará o andaime para fazer acabamentos da fachada e a colocação das esquadrias. Quanto ao item 13, que se refere ao estado de conservação e manutenção do equipamento, o andaime foi considerado eficiente, pois permite que a manutenção seja realizada por qualquer operário. No entanto, observou-se a ausência de um plano formal de inspeção periódica por parte da obra. Em relação à montagem e desmontagem, o sistema se mostrou altamente eficiente. A montagem é realizada por meio de um sistema de encaixes simples, que não apresenta grandes dificuldades, facilitando o processo durante a execução das atividades.

Figura 27: Análise de uso: requisitos de eficiência

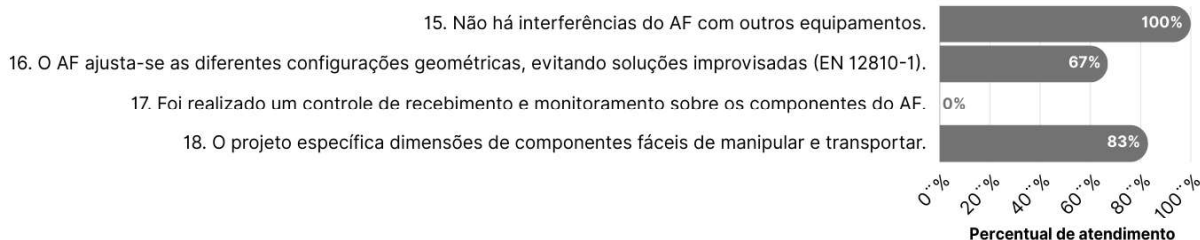


Fonte: Autora (2024)

O quesito flexibilidade considera a capacidade do andaime fachadeiro se adaptar às condições e interferências de cada obra. Foram analisados 4 itens como mostra a Figura 28. Na obra 2 o equipamento demonstrou um bom desempenho ao se ajustar ao elevador cremalheira, permitindo a sua integração sem atrapalhar o funcionamento das atividades, conforme mostra a Figura 29. O sistema também apresentou facilidade na adaptação à

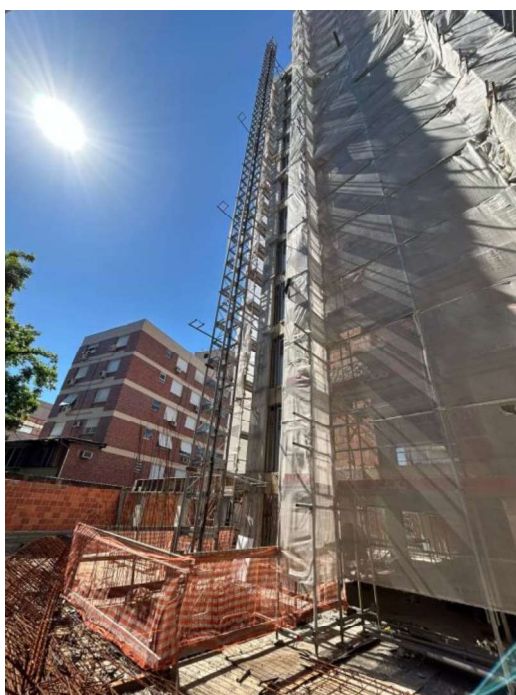
configuração geométrica do prédio. Quanto ao item 17, que se refere ao controle de recebimento de peças, não foi realizada uma gestão por parte da obra. Apesar disso, as peças do andaime são projetadas com dimensões adequadas para que uma única pessoa possa transportá-las, característica que contribui para a flexibilidade operacional.

Figura 28: Análise de uso: requisitos de flexibilidade



Fonte: Autora (2024)

Figura 29: Integração do andaime fachadeiro com o elevador cremalheira



Fonte: Autora (2024)

4.3 Conclusões sobre as análises de projetos e usos

As análises realizadas nas duas obras evidenciam que o desempenho dos andaimes fachadeiros é amplamente influenciado pela qualidade do projeto e pelas condições observadas durante o uso. De modo geral, os resultados apontam para uma conformidade significativa em relação aos requisitos avaliados, destacando-se a eficiência operacional e a flexibilidade de adaptação às diferentes condições de obra. Contudo, algumas lacunas

específicas, relacionadas à segurança e à documentação técnica foram identificadas, representando oportunidades de melhoria.

No âmbito do projeto, as duas obras demonstraram um desempenho satisfatório em termos de segurança, eficiência e flexibilidade, embora tenham sido identificados alguns pontos a serem melhorados. Ambos os projetos atenderam aos requisitos básicos normativos, especialmente no que se refere ao acesso adequado a todos os níveis do andaime, proteção contra quedas de pessoas e materiais e capacidade de adaptação às condições específicas das obras. Entretanto, algumas deficiências foram notadas, como a ausência de especificação de sistemas contra descargas elétricas, a falta de estimativa sobre a vida útil dos componentes e a inexistência de um manual técnico com orientações detalhadas sobre uso e manutenção. Essas limitações comprometem parcialmente a confiabilidade e a operacionalidade dos projetos. Apesar disso, a eficiência dos sistemas foi um ponto forte, com destaque para a possibilidade de execução de diversas tarefas ao longo do processo construtivo sem que o andaime precise ser desmontado.

Já na análise de uso, as duas obras evidenciaram um desempenho funcional e seguro dos andaimes fachadeiros, com pontos fortes e desafios práticos. Os sistemas avaliados atenderam bem à execução das atividades construtivas, permitindo a continuidade do trabalho em diferentes etapas, como montagem estrutural, alvenaria e acabamentos. Apesar disso, algumas limitações foram observadas em ambas as obras. A ausência de controle formal de inspeção periódica, bem como a falta de manual de instruções de uso, impactou negativamente a gestão operacional dos andaimes por parte da obra. Além disso, os afastamentos entre o andaime e a fachada do prédio são um ponto de atenção para a segurança do trabalhador, visto que uma distância adequada para normas europeias é de 25cm.

De modo geral, os andaimes fachadeiros avaliados atendem bem aos três requisitos principais. A segurança destaca-se por reduzir a possibilidade de quedas de pessoas, a eficiência por permitir a realização de atividades em altura em diversas etapas da obra, e a flexibilidade por se adaptar a diferentes detalhes construtivos e lidar eficientemente com interferências de outros equipamentos. Esses fatores confirmam a adequação dos sistemas às demandas das obras, garantindo funcionalidade e proteção aos trabalhadores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou o desempenho de andaimes fachadeiros em duas obras residenciais de porte médio, analisando os requisitos de segurança, eficiência e flexibilidade tanto no projeto

quanto no uso do equipamento. A pesquisa foi motivada pela necessidade de reduzir acidentes de trabalho em atividades em altura na construção civil, destacando a relevância dos andaimes fachadeiros como equipamentos de proteção coletiva.

A metodologia adotada seguiu o protocolo proposto por Hertz (2015), com 18 requisitos avaliados em categorias de segurança, eficiência e flexibilidade. A aplicação foi realizada em duas obras situadas em diferentes fases: desmontagem e concluído. Essa abordagem prática possibilitou uma análise detalhada do desempenho dos andaimes em condições reais de obra. Os resultados demonstraram que os andaimes atendem satisfatoriamente aos requisitos avaliados, destacando-se pela segurança na prevenção de quedas, pela eficiência na execução de atividades contínuas ao longo de todas as etapas da obra e pela flexibilidade para se adaptar a diferentes condições construtivas. Contudo, uma oportunidade de melhoria identificada no estudo é o aprimoramento das documentações técnicas, com foco na inclusão de relatórios detalhados de cálculos estruturais e desempenho das peças, como a capacidade máxima de carga e a resistência a deformações; e no controle de manutenção, entregar ao cliente um manual de instruções o qual especifica cuidados ao utilizar o equipamento, além de conter uma *checklist* padronizada para inspeções periódicas no andaime.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos sobre a implementação de planos formais de manutenção preventiva em andaimes fachadeiros, avaliando seu impacto na segurança, eficiência e durabilidade dos equipamentos ao longo de diferentes etapas de uso. Além disso, seria relevante desenvolver novos protocolos de avaliação que integrem não apenas requisitos normativos, mas também aspectos de sustentabilidade, custo-benefício e avanços tecnológicos. Por fim, é importante investigar o impacto do treinamento das equipes no uso dos andaimes, analisando como a capacitação adequada pode influenciar na redução de falhas operacionais e na melhoria da segurança durante as atividades em altura, garantindo maior eficiência no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SISTEMA FIEP. “No Brasil, 40% dos acidentes de trabalho estão relacionados a queda de funcionários em altura, 2019.” Disponível em <<https://agenciafiep.com.br/2019/03/20/no-brasil-40-dos-acidentes-de-trabalho-estao-relacionados-quedas-de-funcionarios-em-altura/>> Acesso em: 4 de setembro de 2024.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. **NR-35: Trabalho em altura**. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao->

[social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35) >. Acesso em 14 de setembro de 2024.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras. **NR-18: Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18> >. Acesso em 14 de setembro de 2024.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. “Construção Civil responde por 16% dos novos empregos criados no país”. Disponível em <<https://cbic.org.br/construcao-civil-responde-por-16-dos-novos-empregos-criados-no-pais/#:~:text=A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%20registrou%2028.359%20novos%20postos,setor%20ao%20passar%20de%202%2C615%20milh%C3%B5es%20em>> Acesso em: 2 de setembro de 2024.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. “OIT estima que 4% do PIB do mundo é gasto por conta dos acidentes de trabalho”, diz Patrui na Semana CANPAT” <<https://cbic.org.br/oit-estima-que-4-do-pib-do-mundo-e-gasto-por-conta-dos-acidentes-de-trabalho-diz-patrui-na-semana-canpat/>> Acesso em: 2 de setembro de 2024.

FRANCESCHI, Guilherme. **Estudo comparativo sobre a utilização de andaimes suspensos e andaimes fachadeiros para execução de revestimento externo em argamassa**. Porto Alegre, 2016. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HERTZ, Loiva. **Avaliação de atendimento a requisitos de desempenho de andaime fachadeiros (AF)**. Porto Alegre, 2015. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HONORIO, Delcio. **A qualidade de vida do operário da construção civil e sua importância na qualidade e produtividade em obras**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **No Brasil foram registrados 2.888 acidentes fatais em 2023, segundo o eSocial**, 2024. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/noticias-e-conteudo/2024/Julho/no-brasil-foram-registrados-2-888-acidentes-fatais-em-2003-segundo-dados-esocial#:~:text=O%20sistema%20registrou%20em%202023,Rodovi%C3%A1rio%20de%20Cargas%20e%20Passageiros.> >. Acesso em 09 de setembro de 2024.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Segurança e Saúde na Indústria da Construção no Brasil, 2015**. Disponível em < https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/1a/00/1a009886-a96b-496f-adb4-15f790502217/estudodesst2015.pdf >. Acesso em 09 de setembro de 2024.

TAVARES, Olga. **Condições de segurança de andaimes de uma obra da construção civil em Mossoró-RN**. Mossoró, 2019. Artigo (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. Justiça do Trabalho, 2023. **Acidentes no trabalho matam ao menos uma pessoa a cada 3h47min no Brasil**. Disponível em <<https://tst.jus.br/-/acidentes-de-trabalho-matam-ao-menos-uma-pessoa-a-cada-3h47min-no-brasil-1#:~:text=%E2%80%9CEm%20m%C3%A9dia%2C%20s%C3%A3o%2070%20acidentes,mortes%20por%20dia%20no%20Brasil>>. Acesso em: 09 de setembro de 2024.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. **A comparative study on quality management in the Brazilian and the Scottish prison service**. 1996. Tese (Doutorado PhD on Business Studies). Scotland, University of Edinburg, Edimburgo. 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6494: montagem e desmontagem de andaimes para construção. Procedimento**. Rio de Janeiro, Brasil: 1990.

British Standard. **BS EN 12810-1: Façade scaffolds made of prefabricated components – Part 1: products specifications**. Brussels, Belgium: 2003.

ANEXO “A” - Método de obtenção de dados