

Queda por diferença de nível: uma revisão de literatura sobre as causas dos acidentes em andaimes na construção civil

Fall due to difference in level: a literature review on the causes of accidents on scaffolding in construction

Bruno de Sousa Teti¹

 orcid.org/0000-0003-4881-5287

Nathalia Bezerra de Lima⁴

 orcid.org/0000-0002-1550-5859

Tomi Zlatar²

 orcid.org/0000-0002-8915-908x

Felipe Mendes da Cruz⁵

 orcid.org/0000-0002-0163-465X

Eliane Maria Gorga Lago³

 orcid.org/0000-0003-0987-3492

Bianca M. Vasconcelos⁶

 orcid.org/0000-0002-5968-9581

¹Doutorando em Ciência de Materiais, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: bruno.teti@ufpe.br

²Professor permanente da Atlantic Technological University, Irlanda. E-mail: tomi.zlatar@gmail.com

^{3,5,6}Professores adjuntos da Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: eliane.lago@upe.br
E-mail: felipemendeslht@poli.br
E-mail: bianca.vasconcelos@upe.br

⁴Professora do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais (INTM) e do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: nathalia.blima@ufpe.br

DOI: 10.25286/rep.v9i2.2786

Esta obra apresenta Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Bruno S. Teti; Tomi Zlatar; Eliane M. G. Lago; Nathalia B. Lima; CRUZ, Felipe M.; VASCONCELOS, Bianca M. Queda por diferença de nível: uma revisão de literatura sobre as causas dos acidentes em andaimes na construção civil. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, vol 9, n.2, p. 71-79, 2024.

REVISTA DE
Engenharia
e Pesquisa Aplicada

RESUMO

A construção civil é considerada um dos ramos mais antigos do mundo em se tratando de indústrias. O objetivo deste trabalho foi encontrar características em comum nas situações não conformes com potencial de acidente e nos acidentes de trabalho com andaimes investigados através de uma revisão da literatura científica. A metodologia seguiu as orientações dos itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) utilizando algumas palavras-chaves em concordância com os descritores booleanos "AND" e "OR", como: "scaffolding"; "construction"; "fall"; "height"; "safety"; "fall from height"; "accidents"; "PPE" e "construction". Inicialmente, foram encontrados 1280 artigos nas bases de dados Scopus e CAPES, porém os filtros utilizados levaram à 38 potenciais estudos. Após a leitura completa deles, 19 artigos foram incluídos para revisão detalhada. Nos artigos incluídos em 64,50% dos casos analisados, as não conformidades com potencial de gerar acidentes ou que geraram acidentes, foram originadas das causas técnicas. Dentro desse percentual, 27,70% relataram ausência de guarda-corpo, 21,01% verificaram ausência da plataforma principal e 15,60% verificaram ausência de comunicação vertical entre os andaimes.

PALAVRAS-CHAVE: Queda de altura; Andaimes; Riscos de acidente; T.O.H.; Pareto-Lorenz.

ABSTRACT

The construction is considered one of the oldest branches in the world when it comes to industries. The objective of this work was to find common characteristics in situations that do not conform to accident potential and in work accidents with scaffolds investigated through a literature review. The methodology followed the guidelines of the Preferred Report for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA) using some key words in agreement with the boolean descriptors "AND" and "OR", as: scaffolding; "construction"; "Fall"; "Height"; "Safety"; "Fall from height"; "Accidents"; "PPE" and "construction". Initially, 1280 articles were found, but the filters used led to 38 potential studies. After completing them, 19 articles were included for detailed review. In the articles included in 64.50% of the analyzed cases, the non-conformities with potential to generate accidents or those generated accidents, originated from the technical causes. Within this percentage, 27.70% reported absence of bodyguard, 21.01% verified absence of the main platform and 15.60% verified absence of vertical communication between scaffolds.

KEYWORDS: Fall from height; Scaffolding; Risk of accidents; T.O.H.; Pareto-Lorenz.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada um dos ramos mais antigos do mundo em se tratando de indústrias. Entretanto, ela possui registros elevados de perdas humanas por acidentes de trabalho, principalmente gerados por quedas de nível, soterramentos e choques elétricos ou por doenças ocupacionais. Isso ocorre devido à falta de controle do meio ambiente de trabalho, falta de fiscalização e falta de qualificação da mão de obra. Segundo Błazik-Borowa e Szer [1], essas causas são consequência da não progressão das diretrizes de segurança tão rapidamente quanto necessário. Diante disso, o desenvolvimento de novas construções tecnológicas de engenharia tem sido acompanhado por diversos tipos de acidentes que ocorrem nos canteiros de obras.

Acidentes graves e fatais na indústria da construção são muitas vezes o resultado do trabalho em altura. Baseado em 100 acidentes na construção civil ocorridos no Reino Unido, o evento com maior percentual de acidente aos trabalhadores foi o de queda (24%), ser atingido por um objeto em movimento ou em queda representou 22% [2]. Chiet al. [3], investigaram exames de 9358 acidentes de trabalho ocorridos na indústria da construção nos Estados Unidos, constatando que 43,9% dos trabalhadores foram em consequência da queda de nível e 25,7% foram atingidos por um objeto em movimento.

Um exame do número de mortes por indústria na Coreia revelou que a indústria da construção representou (27,26%) das 606 mortes no ano de 2009. Uma investigação adicional do número de mortos por tipo de acidente mostrou que a queda de nível foi o evento causador de acidentes (181 mortes), seguido por 14 mortes por escorregões, tropeções e quedas. Considerando objetos perigosos e estruturas temporárias, em particular, 59 pessoas foram mortas em acidentes envolvendo obras com andaimes [4].

A principal aplicação dos andaimes é apoiar os trabalhos de construção em altura, bem como em locais com pouco acesso. Além disso, andaimes são utilizados em outros campos, como obras de renovação de linhas de processamento, em estaleiros, como suporte de construções de outdoors, uma cobertura para eventos de massa, um palco, construções de salas temporárias e como elementos decorativos. Assim, essa gama de aplicações provoca o aumento da possibilidade de ocorrência de situações perigosas relacionadas a todos os eventos imprevisíveis que ameaçam as pessoas na área de andaimes [1].

O objetivo deste trabalho foi encontrar características em comum nos acidentes ocorridos e de situações com potencial de gerar acidentes devido ao trabalho em altura com andaimes, visando relacionar os acidentes com as não conformidades encontradas no momento da queda. Para cumprir o objetivo, foi realizada uma análise de artigos que têm como proposta investigar as causas dos acidentes em andaimes e quantificar as características.

2 METODOLOGIA

Pesquisas da literatura foram realizadas para encontrar documentos de periódicos relevantes acerca da problemática de quedas de altura dos andaimes em atividades ocupacionais da construção civil. A metodologia utilizada seguiu as orientações dos Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) [5]. A pesquisa foi elaborada usando o banco de dados SCOPUS e o Portal de Periódicos CAPES/MEC. Para aumentar o acervo da pesquisa feita, as referências dos artigos incluídos foram analisadas e inseridas nessa revisão de acordo com os critérios de exclusão e inclusão. As palavras-chave utilizadas em inglês, por motivo de abrangência, foram: "scaffolding"; "construction"; "fall"; "height"; "safety"; "fall from height"; "accidents"; "PPE" e "construction", pesquisando na base de dados SCOPUS e na plataforma CAPES por assunto e título dos artigos.

2.1 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para exclusão, primeiramente, foram utilizados quatro critérios. O primeiro critério de exclusão foi relacionado ao idioma, restringindo a pesquisa apenas para os artigos publicados em idioma português, inglês e espanhol. O segundo critério foi relacionado a data de publicação, restringindo a pesquisa aos artigos publicados entre os anos 2008 e 2018. O terceiro critério foi a exclusão das duplicatas. Posteriormente, no quarto critério, excluíram-se os artigos que não examinavam as quedas de andaimes, os que não relatavam as não conformidades dos acidentes e os que não se tratava de uma atividade ocupacional no setor da construção civil.

Os artigos incluídos nos casos estudados identificaram os fatores influenciadores como: ausência de peças dos andaimes; projeto mal dimensionado; projeto mal executado; ausência de capacitação dos funcionários; ausência de fiscalização; andaimes em condições precárias e falhas humanas. Avaliaram-se também as atividades executadas, o período do estudo e as medidas de prevenção sugeridas.

2.2 ANÁLISE DE DADOS

Para analisar os desacordos nas causas dos acidentes

nos andaimes, foram explorados os fatores influenciadores da queda, o estado das estruturas, a organização do ambiente do trabalho e as ações dos trabalhadores na execução das atividades.

2.2.1 Método T.O.H.

Para identificar as causas diretas dos acidentes de trabalho com andaimes na construção civil, foi utilizado o método T.O.H [6]. Esse método assume que cada acidente pode ser resultado de até três tipos de causas: técnica (T); organizacional (O); e humana (H).

As causas técnicas são relativas aos agentes materiais, com essa classificação foi possível identificar as não conformidades dos andaimes em relação as suas disposições básicas para uso, como por exemplo: ausência de peças para a utilização segura do equipamento.

As causas organizacionais são relativas à organização do trabalho e do local, como por exemplo: permissão da execução da atividade com funcionário sem treinamento adequado ou ausência de documentação.

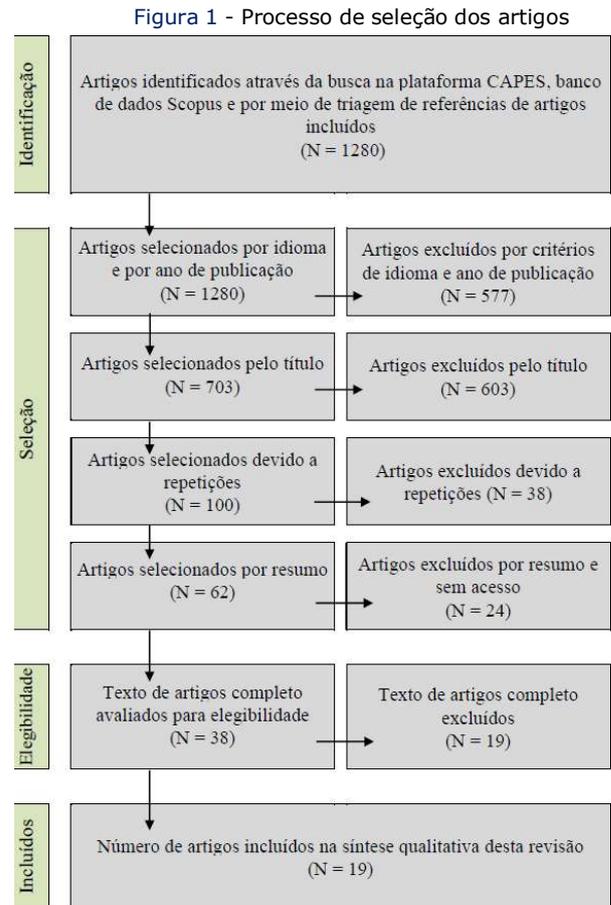
As causas humanas são relativas as ações dos funcionários e o seu comportamento inadequado, como por exemplo: não utilização do equipamento de proteção individual ou negligência do risco existente.

2.2.2 Método Pareto

Na verificação das principais causas dos acidentes foi aplicado o Método de Pareto [7] que é geralmente utilizado em forma de gráfico que agrupa e ordena a frequência de determinadas ocorrências. Tudo é feito com base em uma ideia simples de que 80% das consequências advêm de 20% das causas.

3 RESULTADOS

Inicialmente foram encontrados 1280 artigos, distribuídos no banco de dados Scopus e no Portal de Periódicos CAPES/MEC. Depois da aplicação dos critérios de exclusão por idioma e data de publicação, o número de artigos restringiu-se a 703 artigos. Os artigos foram selecionados primeiro por título (excluídos 603), depois por duplicata (38 excluídos). Restaram para leitura do resumo 62 artigos (excluídos 24). Na fase da avaliação por elegibilidade foram excluídos 19 artigos, contudo 3 não foram possíveis acessar. Por fim, restaram 19 artigos que foram incluídos nessa revisão. O processo da seleção dos artigos está ilustrado na Figura 1.



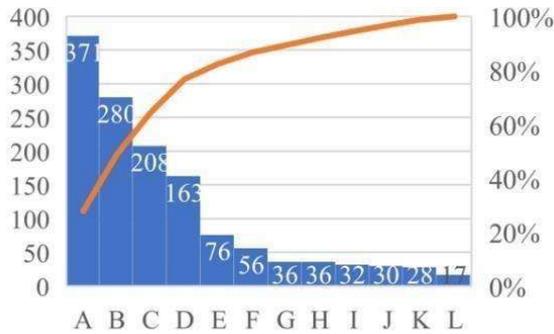
Fonte: Os autores.

A figura 2 apresenta as causas técnicas dos acidentes de andaimes e as não conformidades encontradas nos canteiros de obras.

Em que: A - Ausência de guarda corpo; B - Ausência de plataforma; C - Ausência de comunicação vertical entre os andaimes; D - Ausência de proteção contra queda; E - Mau dimensionamento dos andaimes; F- Ausência de escada; G Ausência de rodapé; H - Ausência de guarda médios; I - Ausência de conectores; J - Ausência de ancoragem nas estruturas; K - Ausência dos trilhos superiores; L - Ausência de sapatas.

Queda por diferença de nível: uma revisão de literatura sobre as causas dos acidentes em andaimes na construção civil

Figura 2 - Causas técnicas dos acidentes e das não conformidades dos andaimes.



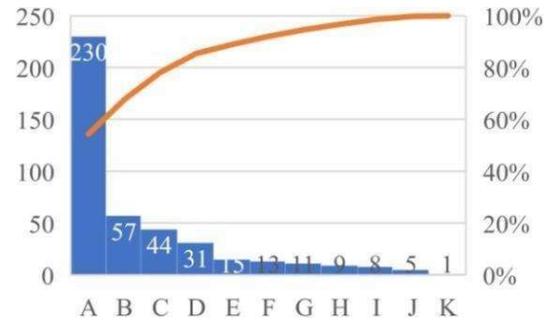
Fonte: Os autores.

O gráfico da figura 2, causas técnicas, mostra no eixo das abcissas os desacordos encontrados com potencial de gerar acidentes ou que geraram acidentes, no eixo das ordenadas a esquerda é quantificada as vezes que esses desacordos aconteceram e nas ordenadas a direita é ilustrado o percentual que cada causa representa. O somatório dos percentuais dos desacordos é dado através da linha de Pareto, em laranja.

A figura 3 apresenta as causas organizacionais dos acidentes de andaimes e as não conformidades encontradas nos canteiros de obras.

Em que: A - Ausência de documentação; B - Ausência de sinalização; C - Admissão de andaimes sem a necessária inspeção e manutenção; D - Montagem e desmontagem feita por profissionais desabilitados; E - Ausência de capacitação para trabalho em altura; F - Ausência de manutenção; G - Montagem executada sem projeto; H - Ausência do preenchimento do CHECK-LIST diário; I - Ausência do Atestado de Saúde Ocupacional (ASO); J - Ausência dos acessos permanentes dos andaimes; K - Utilização indevida dos equipamentos dos andaimes.

Figura 3 – Causas organizacionais dos acidentes e das não conformidades dos andaimes.



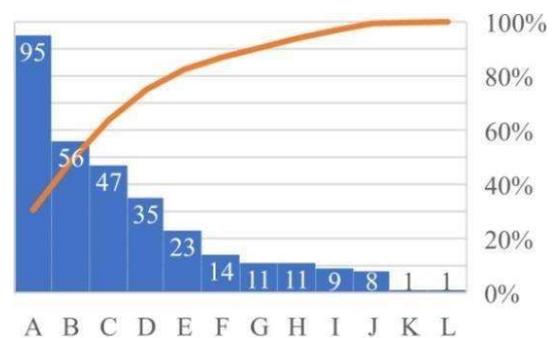
Fonte: Os autores.

O gráfico da figura 3, causas organizacionais, mostra no eixo das abcissas os desacordos encontrados com potencial de gerar acidentes ou que geraram acidentes, no eixo das ordenadas a esquerda é quantificada as vezes que esses desacordos aconteceram e nas ordenadas a direita é ilustrado o percentual que cada causa representa. O somatório dos percentuais dos desacordos é dado através da linha de Pareto, em laranja.

A figura 4 apresenta as causas humanas dos acidentes de andaimes e as não conformidades encontradas nos canteiros de obras.

Em que: A - Sobrecarga dos andaimes com materiais de trabalho; B - Falha na montagem do andaime; C - Ausência do talabarte duplo; D - Ausência cinto de segurança tipo paraquedista; E - Utilização indevida de EPI (talabarte simples); F - Ausência das luvas de segurança; G - Ausência da jugular do capacete; H - Prática de atividade imprudente; I - Ausência dos óculos de segurança; J - ausência de botinas de segurança; K - Falha no desmonte do andaime; L - Falha no acionamento do freio suspenso.

Figura 4 - Causas humanas dos acidentes e das não conformidades dos andaimes.



Fonte: Os autores.

O gráfico da figura 4, causas humanas, mostra no eixo das abcissas os desacordos encontrados com potencial de gerar acidentes ou que geraram acidentes, no eixo das ordenadas a esquerda é quantificada as vezes que esses desacordos aconteceram e nas ordenadas a direita é ilustrado o percentual que cada causa representa. O somatório dos percentuais dos desacordos é dado através da linha de Pareto, em laranja.

4 DISCUSSÃO

4.1 QUEDA OCUPACIONAL PORDIFERENÇA DE NÍVEL

Os acidentes de trabalho podem ser divididos em leves, graves e fatais com relação aos efeitos que eles têm no corpo da vítima. Um acidente fatal no trabalho é aquele que resulta em morte dentro de um período que não exceda 6 meses a contar da datado acidente. Um acidente grave no trabalho é considerado como um acidente que resulta em lesões corporais graves como perda da visão, audição, fala ou capacidade de reprodução, outras lesões corporais, doenças incuráveis, doenças com risco de vida, doenças mentais permanentes, incapacidade total ou parcial para o trabalho, desfiguramento ou distorção permanente ou significativa do corpo e comprometimento da saúde que afeta as funções básicas do corpo. Acidentes que não são classificados como fatais e graves são considerados leves [8].

É importante ressaltar que segundo a Organização Mundial de Saúde (2017), estima-se que 646.000 acidentes fatais e cerca de 37,3 milhões de acidentes não fatais acontecem por ano no mundo devido ao trabalho em altura. Rubio-Romero et al., [9], dizem que existe uma relação direta entre a experiência e as taxas de acidentes, dado que os trabalhadores mais experientes, geralmente, ficam com as atividades mais perigosas. Contudo Winge e Albrechtsen [10], alertam que embora a familiaridade com a atividade possa melhorar a percepção com os riscos existentes, muitas vezes pode acontecer o efeito contrário levando o trabalhador a praticar atitudes descuidadas e inseguras, resultando nos acidentes. Segundo Dong et al. [11], as atividades em altura devem ser precedidas de empregados capacitados e experientes, pois os riscos que se encontram na execução desse trabalho são algumas vezes de difícil percepção. Dando continuidade, Dong et al. [15], fizeram um estudo no período de 2000 a 2007, em

Hong Kong na China, e investigaram 119 acidentes na construção civil, eles obtiveram como resultado 60,5% do total dos acidentes originados de trabalhos em altura e a maior média de idade dos trabalhadores envolvidos nesses acidentes estava entre 45-54 anos. Diante disso, Winge e Albrechtsen (2018) [10], investigaram 176 acidentes na construção civil e perceberam que 48,3% do total de acidentes aconteceu também devido a quedas por diferença de nível e 2,3% do total de acidentes foram fatais sendo essas fatalidades consequência do trabalho em altura. A maior média de idade identificada esteve entre 40-54 anos.

Os estudos de Dong et al., (2014) [11], Dong et. al., (2009) [12], Lin et al., (2011) [13] e Chan et al., (2008) [14], fizeram uma busca apenas com os acidentes fatais para trabalhos em altura e verificaram que as idades com maior probabilidade de acidentes variam entre 35-54 anos. Contudo, foi possível perceber através de Dong et al., (2009), [12] e Chan et. Al. (2008) [14], que a influência direta com os acidentes está ligada ao tempo de experiência, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Relação acidentes x experiência.

Nr	Estudo	Acidentes analisados	Acidentes de queda	Acidentes fatais	Maior média de idade	Tempo de experiência
1	Peng et al. (2014)	119 (100%)	72 (60,5%)	-	45-54 (28,2%)	-
2	Winge et al (2018)	176 (100%)	85 (48,3%)	4 (2,3%)	40-54 (34,1%)	-
3	Dong et al. (2014)	1675 (100%)	1261 (75,3%)	1675 (100%)	45-54 (26,5%)	-
3	Dong et al. (2009)	1641(100%)	1641 (100%)	1641 (100%)	45-54 (24,3%)	≤1 ano (57,5%)
5	Lin et al. (2011)	1062 (100%)	1062 (100%)	1062 (100%)	35-44 (28%)	-
5	Chan et al. (2008)	22 (100%)	22 (100%)	22 (100%)	-	≤1 ano (27,27%)

Fonte: Os autores.

Diante dos dados expostos na tabela 2, é possível afirmar, segundo Chi et al. [15], Winge et al. [10], Dong et al. [11], Dong et. Al. [12], Lin et al. [13] e Chan et al. [14], que a idade avançada do funcionário não influi diretamente na prevenção de acidentes. O fator que diminui os acidentes de trabalho são os conhecimentos adquiridos através dos treinamentos teóricos e práticos e a experiência ao longo dos anos de trabalho [12, 14].

Todavia, é conhecido que um acidente de trabalho é multicausal, assim a experiência do trabalhador não é a única responsável pelos acontecimentos. Segundo Dong et al. [11], o tamanho da empresa é um fator importante para determinar as probabilidades de acidente, pois em seus estudos empresas com número

de funcionários entre 1-10, foram responsáveis por 47,4% do total dos acidentes. Chronowski et al. [4], explica que isso ocorre, com frequência, devido à ausência de capital, para investimento em um sistema de gestão de saúde e segurança do trabalho, que as empresas de baixo poder aquisitivo enfrentam.

Por fim, sabe-se que os acidentes originados por queda de nível estão em primeiro lugar no ranking de maiores ocorrências na indústria da construção civil e isso acontece devido a erros que se iniciam desde a fase de concepção de projeto até a fase de execução. Portanto, para minimizar essa problemática nas construções são propostas algumas medidas a serem seguidas: assegurar a presença de um profissional competente em todas as fases da obra; utilizar atividades e equipamentos padronizados de acordo com as normas da região; e capacitar os profissionais que irão realizar as atividades [9].

4.2 QUEDA POR DIFERENÇA DE NÍVEL NOS ANDAIMES

Chan et al. [14], analisaram 22 acidentes fatais de queda por diferença de nível em Hong Kong, no período de 2000 a 2004. Foi possível perceber que as quedas de andaimes ficaram em primeiro lugar na lista de recorrência, sendo 27,3% dos acidentes. Porém, um fator que potencializou essas ocorrências foi a utilização de andaimes de bambu, 18,3%. Portanto, os autores concluíram que apesar de ser uma característica única do local, o procedimento de instalação e utilização do equipamento ainda é algo inseguro.

Dong et al. [12], em um estudo entre os anos de 2003 e 2006 nos Estados Unidos, investigaram 1641 acidentes ocorridos acima de dois metros de altura na construção civil. As quedas de andaimes ficaram em segundo lugar com 16,8% do total. Os autores concluíram que na época as medidas de prevenção, intervenção e os treinamentos não eram adequados, tendo como consequência um número alto de acidentes.

Lin et al. [13], estudaram 1062 acidentes originados de quedas por diferença de nível na indústria da construção civil, no período de 1996 a 2007, em Taiwan. Os dados mostraram que 30% dos eventos de queda foram atribuídos aos trabalhos executados em andaimes. Esse percentual coloca os andaimes como os maiores responsáveis pelos acidentes em Taiwan durante o período de estudo. Observou-se que no momento dos acidentes,

os trabalhadores não estavam usando o cinto de segurança e/ou o andaime não possuíam corrimão.

Dong et al. [11], investigaram nos Estados Unidos entre o período de 2003 a 2010, 1675 eventos de queda na construção civil, os acidentes foram separados entre os fatais, 869, e os não fatais, 806. Ao final do estudo, concluiu-se que quedas em andaimes representavam o terceiro maior índice de acidentes no país, sendo 16,3% para acidentes fatais e 18,0% para acidentes não fatais.

Para Winge et al. [10], dos 176 acidentes investigados nos canteiros de obra da Noruega em 2015, 19,9% aconteceram com atividades executadas em andaimes. A compreensão das causas dos acidentes indicou que a ausência dos elementos de barreiras físicas nos locais de trabalho influenciaram para essas ocorrências. Concluiu-se que há um potencial significativo para a prevenção de acidentes na indústria da construção por meio do gerenciamento sistemático de barreiras.

Contudo, para entender esses números é necessário encontrar as causas que estão originando esses acidentes ou que tenham potencial para originar (não conformidades). Essas causas foram definidas por Pietrzak [6], como causas técnicas, organizacionais e humanas. No estudo de Chi et al. [15], em uma investigação entre os anos de 2007 e 2011, foram encontradas 147 não conformidades com potencial de ocasionar acidente devido a não utilização do EPI, causas humanas; neste mesmo estudo, foram encontradas

211 não conformidades com risco de acidentes devido à ausência da plataforma de trabalho do andaime, causas técnicas; e por fim, 216 não conformidades relativas à ausência de documentações dos andaimes foram encontradas, causas organizacionais.

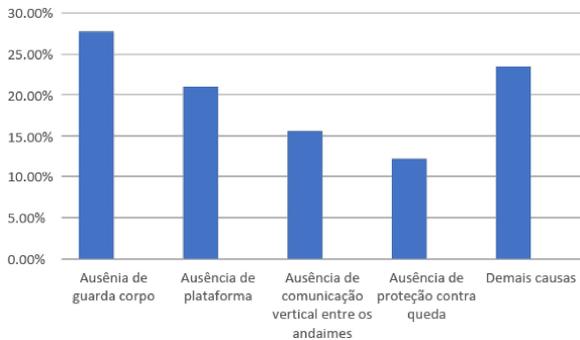
Portanto, para prevenir os trabalhadores que executam atividades em andaimes, El-Safty et al., [16], recomendaram um método de inspeção rápida dentro do canteiro que identificou as não conformidades existentes no local. O método de inspeção rápida analisa quatro fatores: as condições das plataformas; das grades; dos acessos; e das ancoragens dos andaimes nas estruturas que estão sendo trabalhadas.

4.3 CAUSAS TÉCNICAS DE NÃO CONFORMIDADES E ACIDENTES COM ANDAIMES

A pesquisa de revisão realizada neste trabalho encontrou um total de 1333 causas técnicas nos canteiros de obra, conforme figura 2. Segundo a técnica de análise de Pareto, 80% dos problemas gerados nos canteiros, são produzidos por 20% do grupo das causas encontradas. A ausência de guarda corpo, ausência de plataforma, ausência de comunicação vertical entre os andaimes e de

proteção contra queda (A, B, C e D, respectivamente na figura 2), são as causas que originam a maior quantidade de acidentes, conforme ilustra a figura 5.

Figura 5 – Percentual do grupo de acidentes.



Fonte: Os autores.

A figura 5 descreve o percentual de influência nos acidentes devido as causas técnicas, porém em comparação com a análise de Pareto o grupo que influencia 80% nos acidentes é representado por aproximadamente 33% das causas encontradas. Portanto, na atividade em altura executada através de andaimes, as não conformidades com maior recorrência de acidentes de queda de nível são: ausência de guarda corpo; ausência de plataforma; ausência de comunicação vertical entre os andaimes; e ausência de proteção contra queda.

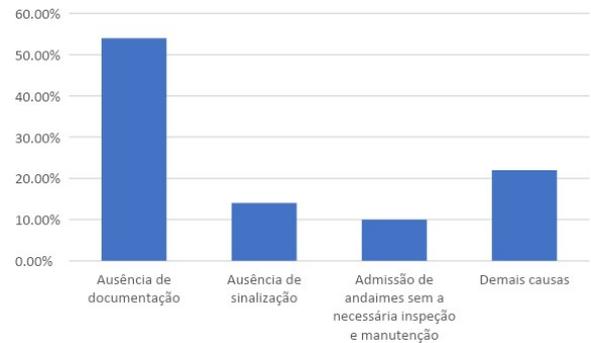
4.4 CAUSAS ORGANIZACIONAIS DE NÃO CONFORMIDADES E ACIDENTES COM ANDAIMES

Segundo Parisi et al. [17], em uma investigação com 20 empresas 15% das empresas construtoras de manutenção predial não possuíam Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), e uma outra possuía o PCMSO fora da validade. O registro da aptidão de trabalho em altura no Atestado de Saúde Ocupacional (ASO) não foi constatado em 40% das empresas. Em algumas foi evidenciado que a aptidão constava apenas no registro do profissional executante do serviço, diferente do seu auxiliar, que está exposto aos mesmos riscos.

A revisão realizada nesse trabalho encontrou 424 itens entre as não conformidades sem ocorrência de acidentes e com ocorrência de acidentes, em relação as causas organizacionais. Utilizando o método de análise Pareto foi selecionada aproximadamente 20% das causas totais que influenciam no total dos acidentes em aproximadamente 80%.

Ausência de documentação, ausência de sinalização e admissão de andaimes sem a necessária inspeção e manutenção formam o grupo responsável por essa parcela (A, B e C, respectivamente na figura 3), conforme ilustra a figura 6.

Figura 6 – Percentual do grupo de acidentes organizacionais.



Fonte: Os autores.

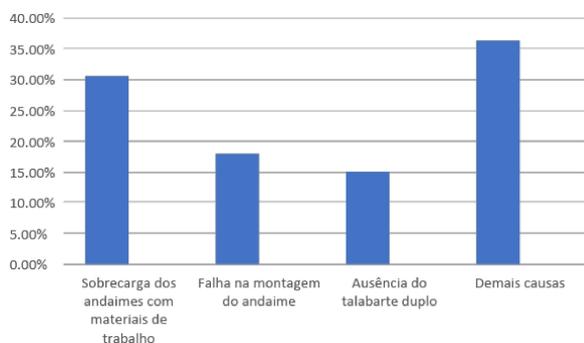
A figura 6 ilustra a influência que aproximadamente 20% do grupo das causas organizacionais possui em relação ao total de acidente. Diante disso, é possível afirmar que a ausência de documentação, de sinalização e de admissão de andaimes sem a necessária inspeção e manutenção respondem por aproximadamente 80% dos motivos de queda de nível em relação a organização das empresas nos canteiros de obra.

4.5 CAUSAS HUMANAS DE NÃO CONFORMIDADES E ACIDENTES COM ANDAIMES

As ocorrências de acidentes para as causas humanas são originadas de diversas variáveis, entretanto Martín et al. [18], afirmam que de todas as variáveis possíveis a postura incorreta é a que tem a maior influência sobre a probabilidade de queda. Os autores afirmam que trabalhadores que adotam posturas incorretas nos equipamentos de andaimes, sofrem acidente ou incidente em mais de 70% das ocasiões de trabalho. Esse percentual cai para 49% quando a tarefa é realizada de maneira correta.

A revisão realizada nesse trabalho encontrou um total de 311 não conformidades relacionadas as causas humanas. Com a utilização do método de análise Pareto foi selecionado 20% do grupo de causas com o maior percentual e verificou que a influência total desse grupo é, em média, de 65%, como mostra a figura 7.

Figura 7 - Percentual do grupo de acidentes de causas humanas.



Fonte: Os autores.

A figura 7 mostra o percentual de influência, aproximadamente 65%, que o grupo dos 20 % possui no que concerne a totalidade das não conformidades que geram acidentes em relação as causas humanas, conforme afirma o método de análise de Pareto. Consequentemente, é verídico que a sobrecarga dos andaimes com materiais de trabalho, a falha na montagem do andaime e a ausência do talabarte duplo são os fatores com maior responsabilidade nos acidentes de queda de nível relacionados às falhas humanas na execução da atividade.

5 LIMITAÇÕES

Esse estudo possui algumas limitações que estão compreendidas, inicialmente, na ausência da separação dos acidentes e das não conformidades com potencial de sofrer acidentes. Um outro viés é a ausência de informações sobre a gravidade dos acidentes e a relação com as causas T.O.H. Finalmente, o resultado desse estudo se limita apenas na investigação de outros estudos que se propuseram a analisar as causas dos acidentes em andaimes utilizando metodologias distintas e explicando por que essas causas acontecem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 64,50% dos casos analisados, as não conformidades com potencial de gerar acidentes ou que geraram acidentes, foram originadas das causas técnicas. Dentro desse percentual, 27,70% relataram ausência de guarda corpo, 21,01% verificaram ausência da plataforma principal e 15,60% verificaram ausência de comunicação vertical entre os andaimes.

Entretanto, pelo fato do acidente ser de origem multicausal, deve-se investigar outros elementos, visto que 20,50% dos casos analisado tiveram origem nas causas organizacionais, sendo 54% ausência de documentação dos andaimes e 14% ausência de sinalização. Para as causas humanas, encontrou-se um total de 15% dos problemas nos canteiros de obra, correspondendo 30,55% a sobrecarga dos andaimes com materiais de trabalho e 18,01% a falha na montagem dos andaimes.

Assim, uma investigação efetiva para trabalhos em andaimes deve levar em consideração esses dados através de monitoramento contínuo, pois a detecção desses problemas em fases pretéritas à execução minimiza os riscos dos acidentes de altura.

Estudos futuros podem investigar as causas dos acidentes utilizando o método T.O.H., porém relacionando a gravidade do acidente com as causas encontradas. Assim, será possível determinar em quais setores se encontram os maiores perigos de queda de diferença de nível.

REFERENCIAS

- [1] BŁAZIK-BOROWA E., SZER J. The analysis of the stages of scaffolding "life" with regard to the decrease in the hazard at building works. **Arch Civ Mech Eng.** 2015;15(2):516-524. doi:10.1016/j.acme.2014.09.009.
- [2] WHITAKER S.M., GRAVES R.J., JAMES M., MCCANN P. Safety with access scaffolds: Development of a prototype decision aid based on accident analysis. **J Safety Res.** 2009;34(3):249-261. doi:10.1016/S0022-4375(03)00025-2.
- [3] CHI C.F., CHANG T.C., TING H.I. Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. **Appl Ergon.** 2009;36(4 SPEC. ISS.):391-400. a. doi:10.1016/j.apergo.2004.09.011.
- [4] CHRONOWSKI P., MODARES M., MOHAMMADI J. Data-Driven Investigation into Causes of Collapse in Scaffolds. **Pract Period Struct Des Constr.** 2017;22(1):3-7. doi:10.1061/(ASCE)SC.19435576.0000310.
- [5] LIBERATI A., ALTMAN D.G., TETZLAFF J., et al. Annals of Internal Medicine Academia and Clinic The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: **Ann Intern Med.** 2009;151(4).

- [6] PIETRZAK L. Analiza wypadków przy pracy dla potrzeb prewencji. 2007.
- [7] SOLON J., DE AZEVEDO F. Análise de Pareto Passo a Passo. 1940.
- [8] HOŁA A., HOŁA B., SZÓSTAK M. Analysis of the causes and consequences of falls from scaffolding using the Polish construction industry as an example. **IOP Conf Ser Mater Sci Eng.** 2017;251(1). doi:10.1088/1757-899X/251/1/012050.
- [9] Rubio-Romero JC, Rubio MC, García-Hernández C. Analysis of Construction Equipment Safety in Temporary Work at Height. **J Constr Eng Manag.** 2013;139(1):9-14. Doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000567.
- [10] Winge S, Albrechtsen E. Accident types and barrier failures in the construction industry. **Safety Science** 2018;105(February):158-166. doi:10.1016/j.ssci.2018.02.006.
- [11] DONG X.S., WANG X., LARGAY J.A., PLATNER J.W., STAFFORD E., CAIN C.T. Fatal Falls in the U.S. **Residential Construction Industry.** 2014;1000:992-1000. doi:10.1002/ajim.22341.
- [12] DONG X.S., FUJIMOTO A., RINGEN K., MEN Y. Fatal falls among Hispanic construction workers. **Accid Anal Prev.** 2009;41(5):1047-1052. DOI:10.1016/j.aap.2009.06.012.
- [13] LIN Y.H., CHEN C.Y., WANG T.W. Fatal occupational falls in the Taiwan construction industry. **J Chinese Inst Ind Eng.** 2011;28(8):586-596. DOI:10.1080/10170669.2011.647099.
- [14] CHAN A.P.C., WONG F.K.W., CHAN D.W.M. Work at Height Fatalities in the Repair, Maintenance, Alteration, and Addition Works. **J Constr Eng Manag.** 2008;134(7):527-535. doi:10.1061/(ASCE)07339364(2008)134:7 (527).
- [15] CHI C.F., CHANG T.C., TING H.I. Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. **Appl Ergon.** 2009;36(4 SPEC. ISS.):391-400. doi:10.1016/j.apergo.2004.09.011.
- [16] El-Safty A., ZINSZER M., MORCOUS G. Forensic Investigation of a Bridge Construction Scaffolding Collapse. **Struct Congr** 2008. 2008:1-10. doi:10.1061/41016(314)198.
- [17] PARISI S., VASCONCELOS B. Trabalho em altura realizado com plataformas, gôndolase cadeiras suspensas manuais - estudo de caso. **Proc Jt CIB W099 TG59 Conference Coping with Complex Safety, Heal Wellbeing Constr Salvador Brazil.**
- [18] MARTÍN J.E., RIVAS T., MATÍAS J.M., TABOADA J., ARGÜELLES A. A Bayesian network analysis of workplace accidents caused by falls from a height. **Safety Science.** 2009;47(2):206-214. doi:10.1016/j.ssci.2008.03.004.
- [19] Y. PASHANG PISHEH, H. R. SHAFIEI MH. A CASE STUDY OF FAILURE DUE TO INAPPROPRIATE USAGE OF COPYRIGHT ASCE 2009 FORENSIC ENGINEERING CONGRESS 2009 FORENSIC ENGINEERING CONGRESS 2009 ASCE 2009 **Forensic Engineering Congress** 2009. :536-545.