

Análise de Desempenho da Segurança do Trabalho em uma Obra de Estrutura de Concreto Moldada *in loco*

Workplace Safety Performance Analysis in a Cast-in-place Concrete Structure Work

Henrique Durval Silva¹

 orcid.org/0000-0001-5746-4701

Diego Henrique Alves da Silva²

 orcid.org/0000-0002-4750-421X

Sabrina Oliveira³

 orcid.org/0000-0003-3930-4135

Bianca M. Vasconcelos⁴

 orcid.org/0000-0002-5968-9581

Eliane Maria Gorga Lago⁵

 orcid.org/0000-0002-5968-9581

Felipe Mendes da Cruz⁶

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

¹Escola Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: hdurval88@gmail.com

²Escola Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: dhas@poli.br

³Escola Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: sso@poli.br

^{4,5,6} Escola Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

E-mail: bianca.vasconcelos@upe.br;
eliane.lago@upe.br;
felipemendeslsht@poli.br

DOI: 10.25286/rep.v9i2.2694

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

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Henrique Durval Silva; Diego Henrique Alves da Silva; Sabrina Oliveira; Bianca M. Vasconcelos; Eliane Maria Gorga Lago; Felipe Mendes da Cruz. Análise de Desempenho da Segurança do Trabalho em uma Obra de Estrutura de Concreto Moldada *in loco*. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, vol 9, n.2 , p. 41-50, 2024.

RESUMO

O sistema construtivo de estrutura de concreto moldada *in loco* resulta em uma construção barata e rápida. Esse baixo custo reflete também no investimento à segurança do trabalho na obra, necessitando de atenção devido à construção civil possuir um alto risco para segurança dos trabalhadores. Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar os riscos de acidentes em uma obra de estrutura de concreto moldada *in loco*. A metodologia consistiu em três etapas, estudo de caso e caracterização da obra, desenvolvimento e aplicação de checklist e avaliação dos riscos identificados. O checklist foi aplicado diariamente durante 1 (um) mês em obra, permitindo identificar riscos frequentes. Foram identificados 471 desacordos, sendo a maioria pertencente à montagem e à desmontagem das fôrmas metálicas. Através dos resultados obtidos com o método HRN (Hazard Rating Number), foi possível demonstrar elencar e priorizar as medidas de contenção, correção e prevenção, que devem ser adotadas pela gestão da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança; Risco Ocupacional; Construção Industrializada.

ABSTRACT

The constructive system of cast-in-place concrete structure results in a cheap and fast construction. This low cost is also reflected in the investment in work safety on site, requiring attention because civil construction poses a high risk to worker safety. This work aims to identify and analyze the risks of accidents in a concrete structure cast in loco. The methodology consisted of three stages, a case study and characterization of the work, development and application of a checklist and assessment of identified risks. The checklist was applied daily for 1 (one) month on site, allowing frequent risks to be identified. A total of 471 disagreements were identified, most of which were related to the assembly and disassembly of metallic forms. Through the results obtained with the HRN (Hazard Rating Number) method, it was possible to demonstrate the listing and prioritization of containment, correction and prevention measures, which must be adopted by the management of the work.

KEY-WORDS: Security; Occupational Risk; Industrialized Construction.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil (ICC) possui significativa participação na economia e na oferta de empregos em diversos países, em particular naqueles em desenvolvimento, de modo que é possível utilizá-la como parâmetro na definição do nível de desenvolvimento econômico de um país [1]. Entre suas principais características, destacam-se possuir uma dinâmica própria com rotatividade de trabalhadores que atuam por atividade, com mudanças sucessivas na natureza de suas atribuições, no ambiente e das condições de trabalho [2]. No Brasil, além das características gerais apresentadas acima, a ICC tem papel social ao atender à necessidade habitacional do país [3].

Algumas empresas utilizam técnicas não tradicionais que aumentam sua gama de possibilidades construtivas, ao passo que permitem elevar a qualidade, reduzir custos e garantir alguma padronização, resultando em construções racionalizadas para o cenário da habitação social [4]. Uma dessas técnicas é o sistema construtivo de elementos moldados *in loco*, na qual sua porção estrutural (paredes de cisalhamento) é construída com a utilização de fôrmas metálicas montadas manualmente no próprio ambiente, onde são preenchidas por concreto, ação que se repete pavimento a pavimento, até que o edifício esteja completamente de pé [5]. Consiste num método de construção misto definido como semi-pré-moldado, uma técnica de transição entre a construção tradicional e a industrial que, por sua vez, faz uso apenas de elementos pré-fabricados que garantem melhores indicadores [6]. Sua origem remonta às décadas de 50 e 60 do século XX na França, de onde se espalhou para os demais países industrializados do continente e, posteriormente, do globo [7].

Organizações de qualquer setor industrial lidam com diversos riscos relacionados ao perfil de suas operações ao buscarem atingir suas metas de negócios, de modo que todas as atividades de uma organização apresentam riscos que devem ser gerenciados [8]. Sabe-se que a cultura organizacional de uma empresa influencia tanto de maneira positiva, quanto negativa os índices de segurança e saúde no trabalho [9]. A ICC não é diferente, pois sempre foi considerada de alto risco em relação a acidentes de trabalho devido às suas características específicas que expõem os trabalhadores a diversos tipos de riscos [10].

Neste cenário, a ocorrência de acidentes provoca a suspensão parcial ou total das atividades para sua investigação, podendo refletir sobre o cronograma da obra e, por vezes, exigindo a entrada de recursos adicionais que reduzem as margens de lucro do empreiteiro [1]. Em razão disso, cada vez mais empresas buscam adequar-se à legislação de segurança do trabalho vigente, ainda que a inserção da cultura e a rigidez no cumprimento dos processos ainda não se mostrem tão eficazes devido à baixa redução observada nos índices de acidentes, ao custo da eficiência da própria atividade [11]. No Brasil, em 2021, houve o registro de 544.809 acidentes de trabalho liquidados, sendo 31.467 na ICC, equivalente a aproximadamente 5,77% do total, números que fizeram dessa indústria a primeira do país em afastamentos com mais de 15 dias e em incapacidades permanentes, além de estar em segundo no tópico mortes [12]. No mundo, por outro lado, o número dos acidentes de trabalho chega a alcançar em torno de 2.3 milhões de acidentes fatais por ano, resultando em cerca de 6300 mortes por dia [13].

Apesar desses números, o cenário da segurança do trabalho no país apresenta um repertório bastante detalhado de normas regulamentadoras que, sendo corretamente aplicadas, podem apresentar um quadro positivo das condições de segurança e da saúde dos funcionários no ambiente de trabalho [11]. Logo, entende-se que uma maior atenção à prevenção de acidentes no trabalho deve ser posta em prática a partir de ações mais eficazes, desde o treinamento dos trabalhadores ao cumprimento do que é exigido por norma [14]. Sendo assim, compreender e identificar os fatores que produzem os acidentes no setor é essencial, dado o conjunto de riscos que a Indústria da construção civil expõe à saúde dos trabalhadores, devido à grande quantidade de atividades envolvidas no canteiro de obras [15].

Deste modo, este artigo tem como objetivo identificar e analisar os riscos de acidentes em uma obra que utiliza o sistema construtivo de estrutura de concreto moldada *in loco*.

2 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados neste artigo foram divididos em três etapas: estudo de

caso e caracterização da obra, desenvolvimento e aplicação do checklist e avaliação dos riscos identificados.

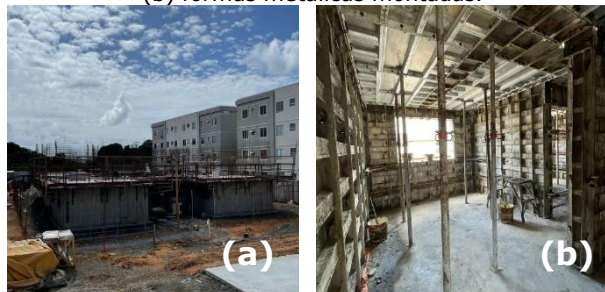
2.1 ESTUDO DE CASO E CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra está localizada no bairro Maranguape I na cidade do Paulista, Pernambuco e é realizada por uma construtora que cumpre as exigências do Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), que foi instituído pelo governo federal em 12 de janeiro de 2021 pela lei nº 14.118 em substituição ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

O PCVA tem por finalidade promover o direito à moradia para famílias com baixa renda residentes em áreas urbanas ou rurais visando o desenvolvimento econômico, a geração de trabalho, a criação de renda e a elevação dos padrões de habilidade e de qualidade de vida da população. É caracterizado por construções de pequeno porte alinhadas a uma produção em grande escala de edifícios distribuídos em diversas unidades levantados em um curto período de tempo focados no baixo custo, em que, visando a economia, o sistema de estrutura moldada *in loco* é implementado [16].

A metodologia construtiva da estrutura engloba, respectivamente, os processos de montagem da armação metálica eletrosoldada e embutimento de sistemas (Figura 1.a), de montagem das fôrmas (Figura 1.b), da concretagem (preenchimento das fôrmas por concreto auto adensável usinado) e de desmontagem (Figura 2.a), resultando na estrutura final (Figura 2.b). Dessa forma, tem-se como meta diária processos de armação à concretagem de um pavimento, bem como a desforma do pavimento consertado no dia anterior.

Figura 1 - Vista da (a) armação da estrutura e (b) fôrmas metálicas montadas.



Fonte: Os Autores.

Figura 2 – Vista da (a) desmontagem das formas metálicas e (b) estrutura de concreto moldada *in loco*.



Fonte: Os Autores.

A obra estudada objetiva o levantamento de um edifício geminado a cada duas semanas, envolvendo desde todo processo para concretagem até os arremates finais, e o prazo de entrega final do empreendimento é de, no mínimo, 11 meses.

O empreendimento será formado por 8 edifícios geminados subdivididos em 16 blocos residenciais, sendo cada bloco composto por quatro pavimentos e 20 unidades habitacionais, totalizando 320 apartamentos construídos variando de 40,20m² a 40,80m² de área útil. O condomínio irá contar com infraestrutura completa (rede de abastecimento de água, esgoto, pavimentação, drenagem) e sistema de lazer (salão de festas e espaço infantil).

2.2 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO CHECKLIST

O checklist foi estruturado de acordo com os itens da NR-18 [17], enfatizando o meio ambiente de trabalho de acordo com o funcionamento do sistema construtivo analisado.

Em premissa, realizou-se uma análise dos procedimentos envolvendo a estrutura de concreto e a instrumentação necessária em cada um dos serviços realizados nos processos de preparação do ambiente, montagem das fôrmas, concretagem e desmontagem das fôrmas. Posteriormente, os processos foram dispostos em tópicos, sendo esses subdivididos de acordo com as atividades realizadas em seu decorrer. Assim, resultando em itens de verificação para as atividades realizadas.

A partir desses itens foi gerado o checklist de inspeção em obra, apresentando tópicos acompanhados de subitens em forma interrogativa, em que são identificados com "CO", quando o subitem está em conformidade com a norma; "DES", quando em desacordo com a norma; e

“GIR”, quando a situação observada está em grave e iminente risco [18]. Além de conter a coluna “Observação”, que é utilizada para acrescentar informações sobre apontamento identificado. O risco grave e iminente estará caracterizado quando o desacordo identificado pertencer a uma atividade diária e apresentar alta probabilidade de graves consequências ao trabalhador.

Em seguida, com o intuito de verificar o cotidiano da empresa, o checklist foi aplicado todos os dias trabalhados (segunda a sábado) por um mês, resultando em 23 dias aplicados, e em diferentes horários para permitir o estudo do ambiente de trabalho, compreendendo quais riscos são mais frequentes no decorrer do dia.

Sabe-se que os dados levantados por um checklist permitem identificar não conformidades no processo e aplicar medidas de avaliar os riscos com maior precisão [19]. Nesse sentido, os dados coletados permitiram a identificação dos riscos de segurança associados aos processos em torno do sistema construtivo, sintetizados em gráficos para visualização suscita dos resultados.

2.3 AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Após as informações quantificadas pelo checklist, os dados foram analisados e processados usando o Hazard Rating Number (HRN), que é um método semi-quantitativo de avaliação de risco, considerado eficaz para mensurar uma estimativa de riscos para os perigos encontrados [19].

Nesse método, os valores numéricos são atribuídos a parâmetros utilizados para obter do grau de risco: Probabilidade de ocorrência (PO); Frequência de exposição ao risco (FE); Grau de severidade do dano (GS) e Número de pessoas expostas ao risco (NP), [20]; [21]. O grau de risco é o produto de tais parâmetros, sendo definido através da Equação 1.

$$HRN = GS \times PO \times FE \times NP \quad (1)$$

O Grau de Severidade (GS) relaciona o dano máximo que o risco pode causar, indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Grau de severidade do risco.

DANO	GRAU DE SEVERIDADE
MORTE	15
PERDA DE DOIS MEMBROS/OLHO OU DOENÇA GRAVE (IRREVERSÍVEL)	8
PERDA DE 1 MEMBRO/OLHO OU DOENÇA GRAVE (TEMPORÁRIA)	4
FRATURA DE OSSOS IMPORTANTES OU DOENÇA LEVE (PERMANENTE)	2
FRATURA DE OSSOS MENORES OU DOENÇA LEVE (TEMPORÁRIA)	1
LACERAÇÃO/EFEITO LEVE NA SAÚDE	0,5
ARRANHÃO/CONTUSÃO	0,1

Fonte: [19]; [21].

A Probabilidade de Ocorrência (PO) é apontada como a possibilidade de acontecer algum dano considerado em função da exposição ao perigo identificado, como a Tabela 2.a identifica. Já a Tabela 2.b atribui uma frequência de exposição aos riscos avaliados, variando de constantemente exposto à raramente.

Tabela 2 – (a) Probabilidade de ocorrência do dano e (b) Frequência de exposição.

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO DANO	PO	FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO DE RISCO	FE
CERTAMENTE	15	CONSTANTEMENTE	5
ESPERADO	10	HORÁRIO	4
PROVÁVEL	8	DIARIAMENTE	2,5
ALGUMA CHANCE	5	SEMANAL	1,5
POSSÍVEL	2	MENSAL	1
NÃO ESPERADO	1	ANUAL	0,2
IMPOSSÍVEL	0	RARAMENTE	0,1

Fonte: [19]; [21].

Por fim, há a Tabela 3 que indica a determinação do NP como parâmetro baseado no número de pessoas expostas ao perigo considerado.

Tabela 3 - Número de Pessoas expostas ao perigo.

NÚMERO PESOSAS EXPOSTAS	NP
MAIS DE 50 PESOSAS	12
16-50 PESSOAS	8
8-15 PESSOAS	4
3-7 PESSOAS	2
1-2 PESSOAS	1

Fonte: [19]; [21].

Resultando na equivalência do valor do HRN, indicado na Tabela 4.

Tabela 4 - Hazard Rating Number.

HRN	RISCO	AValiação
0-1	ACEITÁVEL	REQUER AÇÕES DE UM.
1-5	MUITO BAIXO	PROGRAMA CORRETIVO
5-10	BAIXO	REQUER AÇÕES DE MELHORIAS CONTÍNUAS
10-50	SIGNIFICANTE	E CONTROLE DE DANOS
50-100	ALTO	AÇÕES PARA REDUZIR OU ELIMINAR O RISCO.
100-500	MUITO ALTO	
500-1000	EXTREMO	AÇÃO IMEDIATA PARA REDUZIR OU ELIMINAR O RISCO.
MAIOR QUE 1000	INACEITÁVEL	INTERROMPER A ATIVIDADE ATÉ A ELIMINAÇÃO OU REDUÇÃO DO RISCO.

Fonte: [19]; [21].

O valor resultante do HRN indica se será necessária alguma ação para conter o risco, e quais riscos devem ser solucionados com maior urgência. Assim, os riscos frequentemente identificados foram aplicados ao método por serem presentes na rotina das atividades executadas, necessitando de ação imediata da gestão da obra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho são apresentados em, inicialmente, desenvolvimento e aplicação do checklist, dando continuidade com a análise dos riscos apontados.

3.1 DESENVOLVIMENTO DO CHECKLIST

O checklist apresentado é atribuído como ferramenta para a identificação e registro das fontes, eventos, causas e consequências dos riscos de segurança em cada etapa do processo construtivo. Seu desenvolvimento seguiu as exigências da NR-18 [17], da NR 35 [22] e da NBR 16.325 [23].

Inicialmente, é apresentado o tópico “Segurança na montagem de fôrmas metálicas” separado em subitens devido à complexidade de atividades referentes ao processo macro, que são: Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva; Plataforma/Linha de Vida; Radier; Isolamento/Galeria de Acesso/Piso Entorno e Entrada (Área externa); Montagem da Plataforma; Laje; Limpeza e Organização e; Máquinas e Equipamentos. Esses dados são encontrados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Subitens do tópico "Segurança na montagem das formas metálicas".

1. SEGURANÇA NA MONATEGEM DAS FORMAS METÁLICAS	
1.1	Equipamentos de proteção individual e coletiva
1.2	Plataforma/Linha de vida
1.3	Radier
1.4	Isolamento/Galeria de acesso/Piso entorno e entrada (Área externa)
1.5	Montagem da plataforma
1.6	Laje
1.7	Limpeza e organização
1.8	Máquinas e equipamentos

Fonte: Os Autores.

Em seguida, o segundo tópico “Segurança na desmontagem de formas metálicas” se apresenta, em que seus subitens se distribuem da mesma forma que os da etapa de montagem, já que é o processo inverso da montagem.

Dando continuidade nas etapas, por conseguinte segue-se com tópicos que abrangem as demais áreas de segurança envolvendo o processo construtivo, que são: Concretagem; Máquinas e Equipamentos; Riscos Elétricos; Condições de Segurança do Ambiente de Trabalho; Armazenagem e Estocagem de Materiais; Sinalização de Segurança; Situações de Emergência; Condições de Controle no Ambiente do Trabalho. Esses dados são encontrados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Tópicos finais do checklist.

3.0 CONCRETAGEM
4.0 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
5.0 RISCOS ELÉTRICOS
6.0 CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO AMBIENTE DE TRABALHO
7.0 ARMAZENAGEM E ESTOCAGEM DE MATERIAIS
8.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA
9.0 SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA
10.0 CONDIÇÕES DE CONTROLE NO AMBIENTE DO TRABALHO

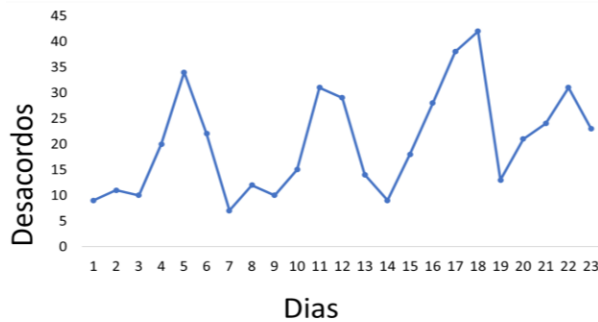
Fonte: Os Autores.

Apesar de ser a última etapa do processo construtivo, a concretagem resulta no elemento estrutural final em que durante seu procedimento utiliza máquinas e equipamentos no lançamento do concreto. Seus itens de verificação apresentam os parâmetros que devem ser verificados antes e durante do processo ser iniciado para a prevenção de acidentes durante esse.

3.2 APLICAÇÃO DO CHECKLIST

Com a aplicação do checklist em obra, foi possível identificar riscos de segurança recorrentes em determinadas etapas da construção durante os 23 dias de acompanhamento. O checklist foi aplicado seis dias por semana (segunda a sábado) em um mês, contendo apenas um dia interrompido por fortes chuvas. O longo espaço de tempo da identificação tem a finalidade de possibilitar dados com maior exatidão a respeito cenário da segurança do trabalho no ambiente no decorrer do dia. O gráfico da Figura 3 mostra a distribuição dos desacordos apontados durante a aplicação em cada dia.

Figura 3 - Quantitativo de desacordos identificados por dia de aplicação.



Fonte: Os Autores.

Na Figura 3, nota-se que há dias das semanas com picos de desacordos, dias estes sendo sexta e sábado gerando indícios de que nos finais de semana riscos de segurança manifestam-se com maior frequência.

O gráfico da Figura 4 quantifica os desacordos identificados por tópico do checklist resultantes de todos os dias de aplicação.

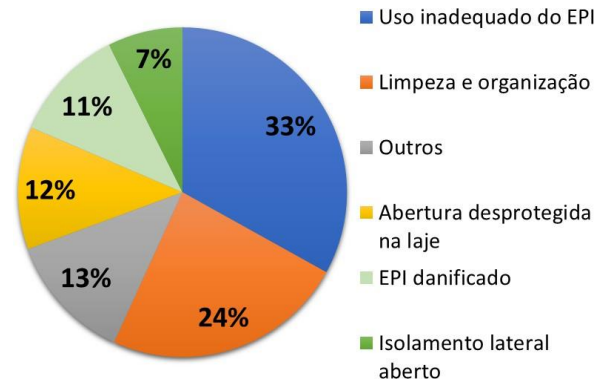
Figura 4 – Quantitativo de desacordos por tópicos.



Fonte: Os Autores.

Entre os desacordos identificados, nota-se variedade quantitativa entre cada tópico tendo em vista que os itens do checklist acompanham as etapas necessárias de cada processo. No entanto, ressalva-se o tópico 7.0, "Armazenagem e estocagem de materiais", que não apresentou nenhum desacordo durante o estudo, o ambiente de armazenamento mostrou seguir as normas exigidas para SST (Saúde e Segurança do trabalho) com vigor. Percebe-se também que os tópicos de montagem e desmontagem das fôrmas metálicas têm uma prevalência devido tanto à complexidade de seus processos quanto à quantidade de itens e subitens de identificação, sintetizados no gráfico da Figura 5.

Figura 5 – Riscos prevalentemente identificados nas etapas de montagem e desmontagem.



Fonte: Os Autores.

O gráfico da Figura 5 ilustra os riscos mais recorrentes identificados nos processos de montagem e desmontagem. Nota-se que 33% dos apontamentos nessas etapas são de uso inadequado do EPI, em seguida 24% abordando limpeza e organização, 13% de aberturas desprotegidas na laje, 11% de EPI danificado, 7% de isolamento aberto. Por fim, 12% dos apontamentos é resultante do somatório dos outros riscos apontados.

Os riscos quanto ao uso inadequado do EPI envolvem todas as etapas de cada processo, apresentando apontamentos durante todos os dias de aplicação, em que o funcionário portava o EPI, mas não o utilizava ou o usava de forma divergente das orientações, se destacando repetitivamente o não uso dos óculos de proteção durante as atividades.

Cabe citar que a empresa em questão disponibiliza todos os equipamentos e exige botinas de segurança com palmilha e biqueira de composite, uso de capacete com jugular, uso obrigatório de luvas para todas as atividades manuais, uso obrigatório de protetor auricular e óculos de segurança durante toda a permanência em campo, máscara PFF1 para atividades envolvendo pó e cinturão de segurança com talabarte para atividades em altura.

Através da aplicação constante, foi possível identificar que itens de organização e limpeza se apresentavam todos os dias, se agravando aos finais de semana. Também, as aberturas na laje desprotegidas se destacaram com apontamentos diários, em que após a desmontagem das fôrmas a proteção não era utilizada.

Figura 6 – Apontamento de (a) desorganização na desmontagem e de (b) abertura na laje.



Fonte: Os Autores.

Os apontamentos de falta de organização foram os mais frequentemente identificados envolvendo, na maioria dos casos, a má distribuição das fôrmas metálicas nos ambientes, como a Figura 6.a ilustra, não respeitando os parâmetros de desobstrução do local onde há passagem de pessoas. Já, na Figura 6.b, é apresentado a forma que as aberturas para passagem das tubulações na laje não eram fechadas com as devidas proteções resultando em buracos nas áreas de circulação.

Com relação aos desacordos sobre “EPI danificado”, foi identificado que o ambiente ocasiona rasgos nas vestimentas e frequentemente danos por respingos de concreto, sendo esses não trocados pelos funcionários apesar de ser disposto pela empresa. Também, foi identificado repetitivamente a abertura do isolamento lateral durante a execução atividades na fachada do edifício, conforme na Figura 7.

Figura 7 - Isolamento lateral aberto.



Fonte: Os Autores.

O isolamento lateral era aberto para que materiais pudessem ser transportados nos arredores do edifício, mas esse não era fechado posteriormente, se mantendo aberto durante a execução das atividades possibilitando acesso de pessoas em um perímetro de risco.

Por fim, em “Outros” estão os riscos que não surgiram com tanta frequência, mas dentre eles se destacam apontamentos de grave e iminente risco, como foi apontada a falta do cinto de segurança quando em atividade na plataforma, tendo em vista que a queda de altura é indicada como uma das maiores causas de fatalidades na construção.

Os riscos grave e iminente foram encontrados em situações como: funcionário sem uso dos óculos de proteção na desmontagem; concretagem noturna sem iluminação; quinas da linha de vida desprotegidas e isolamento lateral aberto. Sendo esses necessários passar pela análise qualidade mesmo quando apresentado em baixa frequência devido à alta probabilidade em ser de extrema gravidade.

3.3 ANÁLISE DE RISCOS

Após a identificação dos riscos através do checklist, o método HRN foi aplicado possibilitando quantificar os principais riscos identificados, esses pontuados com frequência durante a aplicação.

A Tabela 5 apresenta os riscos, seu valor calculado quanto ao HRN de forma decrescente e a categoria apontada pelo método.

Tabela 5 - Ranking do HRN para os principais riscos

RISCO	HRN	CATEGORIA
Concretagem noturna sem iluminação	1200	Inaceitável
Quinas da linha de vida desprotegidas	1200	Inaceitável
Isolamento lateral aberto	960	Extremo
Queda de material em altura	960	Extremo
Atividade na plataforma sem uso do cinturão	900	Extremo
Travamento da fôrma faltando	640	Extremo
Sem óculos de proteção	600	Extremo
Trabalhando sem luvas	600	Extremo
Uso do protetor auricular apenas em uma orelha	200	Muito Alto
Óculos de proteção danificado	200	Muito Alto
Banco metálico obstruindo a passagem	128	Muito Alto
Fôrmas jogadas	128	Muito Alto
Buracos no solo (radier)	120	Muito Alto
Banheiro sujo	64	Alto
Buracos na entrada da torre	60	Alto
Abertura desprotegida na laje	25	Significante
Varrendo sem uso de máscara	10	Significante
Vestimenta rasgada/furada	5	Baixo
Traços de ferragem	2,5	Muito Baixo
Restos de concreto	2	Muito Baixo

Fonte: Os Autores.

Por meio do ranking da Tabela 5, a partir do resultado do HRN, percebe-se que os desacordos que envolvem o trabalho em altura e o uso incorreto dos EPI's são os que demonstram maior risco aos funcionários. Porém, os riscos envolvendo altura foram pontualmente identificados, já os desacordos envolvendo EPI's foram identificados pelo menos uma vez em todos os dias de aplicação, necessitando de maior atenção quanto aos casos. Como ponto positivo, a gestão obra dispunha de vestimentas novas e equipamentos de proteção pessoais sempre que necessário, contudo, foi observado que os funcionários não costumavam trocar suas peças quando necessário.

Itens como quinas desprotegidas, queda de materiais e falta de travamento das fôrmas resultaram pelo método em riscos elevados, sendo

todos esses ligados à falta de atenção nas práticas e ao descumprimento das exigências exigidas pela empresa, necessitando de inspeção precisa e rigorosa provida da gestão da obra.

Verifica-se, também na Tabela 5, que há apontamentos envolvendo buracos e obstrução de áreas de circulação de pessoas distribuídos em diferentes níveis de riscos. Nesse contexto, a obra apresentava riscos como esses de forma que havia longa duração de tempo para resolução, expondo os funcionários ao mesmo risco elevado constantemente.

3.4 DISCUSSÃO

De acordo com o método HRN, a atividade de concretagem noturna sem iluminação e as quintas de linha desprotegidas apresentam o maior risco envolvido em relação às demais não conformidades identificadas. Na construção civil, trabalhadores envolvidos na atividade de concretagem se submetem, intrinsecamente, à riscos químicos (contato direto com o concreto) e mecânicos (altura, vibração, ruído). No caso estudado, a iluminação inadequada potencializa todos os riscos existentes. Quanto às quinas desprotegidas, o dano a esse sistema de proteção contra queda pode neutralizar a eficiência do dispositivo.

A adoção da metodologia HRN permitiu identificar e quantificar essas situações de risco e os dados obtidos demonstram que, apesar de se tratar de uma obra que faz uso de uma técnica não convencional no país, a maior parte desses riscos estão relacionados a situações e tarefas classificadas como típicas ao perfil e porte do empreendimento estudado. Essa leitura nos permite afirmar que, apesar do constante avanço tecnológico pelo qual a ICC está submetida, políticas de conscientização dos trabalhadores ainda são essenciais à implementação e manutenção de um ambiente de trabalho seguro.

Pode-se observar que as não conformidades com HRN a partir de 900 envolvem trabalho em altura. Portanto, esse método permitiu identificar que as ações de mitigação devem estar relacionadas, prioritariamente, às atividades em altura. Em geral, a ausência de equipamentos de proteção coletiva e individual são as principais causas da presença desses itens na categoria Inaceitável e Extremo.

Isto posto, fica nítido que no complexo ambiente de um canteiro de obras, o fator humano segue como a principal variável a ser considerada na definição de políticas pró segurança do trabalho, em particular em países como o Brasil onde a maior parte das técnicas empregadas ainda não alcançaram grau de desenvolvimento visto em países industrializados, nos quais há uma menor utilização de mão-de-obra *in situ*.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que em uma obra de estrutura de concreto moldada *in loco* a utilização do checklist se demonstrou funcional quando aplicado em suas etapas construtivas, possibilitando a identificação dos riscos à segurança dos trabalhadores durante os processos de execução de cada etapa na construção com uso de fôrmas metálicas. Identificando um total de 471 desacordos durante os 23 dias de aplicação, sendo desses 211 da etapa de desmontagem das fôrmas, 155 da etapa de montagem das fôrmas e 105 das demais. Verificou-se também variedade de riscos nas etapas de desfôrma e fôrma das estruturas, em que nessas encontram-se todos riscos frequentes quantificados.

Por meio da análise dos riscos dos desacordos mais recorrentes através do método HRN, foi possível definir ações preventivas, corretivas e mitigadoras dos riscos encontrados. Desta forma, recomenda-se o uso do checklist acompanhado ao método HRN para alimentar e informar a gestão da obra, de modo que enfatize a percepção quanto a segurança do trabalho nas atividades e pontue ações praticadas que apresentam riscos a essa em diferentes níveis de gravidade. Além de destacar a necessidade de uma gestão atenciosa devido à identificação de situações de grave e iminente risco, considerando a avaliação gerada a esses desacordos como inaceitáveis ou de perigo extremo.

REFERÊNCIAS

- [1] USUKHBAYAR, Rentsendorj; CHOI, Jongsoo. Critical safety factors influencing on the safety performance of construction projects in Mongolia. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 19, n. 6, p. 600-612, 2020.
- [2] BARBOSA FILHO, Antônio Nunes. **Segurança do Trabalho na Construção Civil**. Editora Atlas S.A., São Paulo, 2015.

- [3] VIEIRA, Bianca Alencar; NOGUEIRA, Lauro. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 366-377, 2018.
- [4] DE SOUZA, Denise Aparecida; DE SOUZA PINHO, Giusilene Costa. Sistemas construtivos industrializados para habitação social: análise do container como uma nova alternativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 12413-12430, 2019.
- [5] HEKAVEI, Thaís Daniele Kraiczyi; SANTIAGO, Bruno Angelo Gomes; CROVADOR, Cleyton Cristiao; ANDRADE, Talita Soares. Estrutura de paredes em concreto armado moldada in loco. **Revista Technoeng**, n. 20, p. 11-25, 2020.
- [6] LI, Yongquan *et al.* Shear performance of vertical joints with different lapping splices for precast concrete frame-shear wall structures. **Structural Concrete**, v. 23, n. 3, p. 1572-1592, 2022.
- [7] LI, Jianbao *et al.* Experimental study and numerical simulation of a laminated reinforced concrete shear wall with a vertical seam. **Applied Sciences**, v. 7, n. 6, p. 629, 2017.
- [8] ISO — International Organization for Standardization. **IEC 31010: 2019: Risk Management — Risk Assessment Techniques**. v. 2, 264 p, 2019.
- [9] MANTOVANI, Daniel; REZENDE, Driano; CUSIOLI, Luís Fernando (org). **A Engenharia de Segurança do Trabalho e Suas Diversidades Aplicadas na Prática**. Belo Horizonte, Editora Poisson, 2022. Cap. 3, p. 25-32.
- [10] ZANETTI, Tatiane. **Avaliação de Requisitos da NR-18 Através de Diferentes Checklists – Estudo de Caso**. Ijuí, 2018, 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- [11] PEINADO, Hugo Sefrian (org.). **Segurança e Saúde do Trabalho na Construção Civil**, São Carlos, editora Scienza, 2019. Cap 1, p. 29-84.
- [12] BRASIL. Ministério da Previdência Social. **AEAT 2021 Versão Online. Seção I - Estatísticas de Acidentes do Trabalho, Subseção B - Acidentes do Trabalho**

Liquidados, Capítulo 29 - Brasil e Grandes Regiões. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade/arquivos/copy_of_AEAT_2021/secao-i-estatisticas-de-acidentes-do-trabalho/copy_of_subsecao-b-acidentes-do-trabalho-liquidados/capitulo-1-brasil-e-grandes-regioes/29-1-quantidade-de-acidentes-do-trabalho-liquidados-por-consequencia-segundo-a-classificacao-nacional-de-atividades-economicas-cnae-no-brasil-2017-2019. Acesso em: 15 jul. 2023.

[13] OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Segurança e Saúde no Trabalho.** 2018. Disponível em: https://www.ilo.org/lisbon/temas/WCMS_650864/lang--pt/index.html. Acesso em: 18 ago. 2022.

[14] ARAUJO, Patrícia Moraes de Araújo; JÚNIOR, Luiz Rodrigues P. Domingues; Segurança do Trabalho na Construção Civil: Medidas de Proteção em Canteiro de Obras. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** v. 11, n. 8, p. 68-80, 2018.

[15] SOUZA, Jeane Machado. **A Segurança do Trabalho em Obras de Pequeno Porte no Município De Parnaíba – PI.** 2018. 28 p. Monografia (Especialização em Segurança do Trabalho), Centro Universitário INTA – UNINTA, Fortaleza, 2018.

[16] BRASIL. **Lei nº 14.118, de 13 de janeiro de 2021.** Institui o Programa Casa Verde e Amarela. Diário Oficial da União, Brasília, 13 jan. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.118-de-12-de-janeiro-de-2021-298832993>. Acesso em: 18 ago. 2022.

[17] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-18-atualizada-2020-2.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2023.

[18] BARKOKÉBAS JUNIOR, Béda; LAGO, Eliane Maria Gorga; VÉRAS, Juliana Claudino; MARTINS, Laura Bezerra. Acidente fatal na indústria da construção civil: impacto sócio-econômico. *In: ABERGO.* 12, 2004,

Fortaleza. Anais do XIII ABERGO. Fortaleza, 2004.

[19] MANTA, Rafael Costa. **Exigências para o Trabalho Seguro em Construções Modulares.** 2020. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de Pernambuco – UPE, Recife, 2020.

[20] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>; Acesso em: 04 jul. 2023.

[21] STEEL, Chris. Risk estimation techniques. **The Safety & Health Practitioner**, p. 20–21, 1990.

[22] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 35 - Trabalho em Altura.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-35-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2023.

[23] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NBR 16.325/2014 - Proteção Contra Queda em Altura – Parte 1: Dispositivos de Ancoragem Tipos A, B e D.** Brasília, 2014. Disponível em: <https://irp.cdn-website.com/3b1e2b0c/files/uploaded/ABNT-NBR-16325-1-Protacao-cotra-quedas-de-altura.pdf>. Acesso em 04 jul. 2023.