

Perícia criminal em local de desabamento: estudo de falha em uma edificação pré-moldada

A.C. Cotomácio ^{a,*}

^a Instituto de Criminalística, Superintendência da Polícia Técnico Científica, São Paulo (SP), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: andrecotomacio@gmail.com Tel.: +55-11-4208-3539

Recebido em 11/12/2020; Revisado em 23/09/2022; Aceito em 08/12/2022

Resumo

De forma geral, as obras de construção civil são concebidas cumprindo-se as etapas de planejamento, gerenciamento e execução. Caso haja falhas no desenvolvimento de alguma dessas fases, a edificação construída poderá apresentar consideráveis problemas de qualidade, culminando em sinistros com grandes perdas materiais e de vidas. À vista desse panorama, os eventos catastróficos — como em um desabamento com vítima fatal — apresentam não apenas implicações cíveis, trabalhistas e previdenciárias, mas também reflexos na esfera penal. Nesse diapasão, a realização do exame pericial tem por objetivo identificar os elementos materiais que, presentes no local de desabamento investigado, servirão como subsídios de ordem técnico-científica aos destinatários do laudo pericial, constituindo importante peça para a Justiça na elucidação dos fatos. Destarte, o presente trabalho discute, por meio de um estudo de falha em uma edificação pré-moldada, elementos que permitam às autoridades tipificarem o desabamento no sítio do evento, além de outros delitos cometidos relacionados ao meio ambiente natural e ao meio ambiente do trabalho.

Palavras-Chave: Desabamento; Engenharia diagnóstica; Engenharia forense; Perícia Criminal; Meio ambiente; Acidente de trabalho.

Abstract

Overall, civil construction works are designed following planning, management, and execution stages. If there are failures in the development of any of these phases, the building may present considerable quality problems, culminating in disasters with great material and life losses. From this point of view, catastrophic events - as in a collapse with a fatal victim - have not only civil, labor, and social security implications, but also criminal consequences. Thus, the forensic investigation aims to identify the elements that may be used as technical-scientific subsidies for the forensic report, constituting an important piece of justice in elucidating the facts. Hence, this study discusses, through a study of failure in a precast concrete building, elements that allow the authorities to typify the collapse at the event site, in addition to other crimes committed both related to the environment and the workplace.

Keywords: Collapse; Diagnostic Engineering; Forensic Engineering; Crime Scene Investigation; Environment; Workplace accident.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela rapidez e o emprego de novas tecnologias tem sido um fator diferencial para a competitividade no ramo da construção civil, balizada pela redução de custos, prazos e aumento das margens de lucro. A fim de atender a esses requisitos, a indústria de elementos de concreto pré-fabricado passou a ganhar lugar de destaque como opção para grandes empreendimentos [1].

Lado outro, as construtoras continuaram a exercer importante papel na garantia da vida útil das edificações, uma vez que a ausência de um eficaz controle de qualidade na fase de obras, além da incompatibilidade de alguns

projetos, é aspecto relevante em inúmeros problemas ao edifício [2].

As obras de edificações, em geral, passam pelas etapas de planejamento, gerenciamento e execução. Se houver falhas no desenvolvimento de alguma dessas fases, o produto concebido apresentará significativos problemas de qualidade. Nesse encaixe, a implementação de um sistema de gestão da qualidade, em conjunto com iniciativas contínuas de fiscalização nas obras, é imprescindível para que os requisitos estabelecidos em projeto sejam cumpridos [3].

Quando esses requisitos não são atendidos, não só acontecem perdas de recursos e retrabalho, mas também aumenta a possibilidade de ocorrerem sinistros, que podem

culminar em grandes perdas materiais e de vidas. Nesses casos, os eventos catastróficos, como em um desabamento com vítima fatal, apresentam não só implicações cíveis, trabalhistas e previdenciárias, mas também reflexos na esfera penal [4].

Destarte, variados são os crimes que podem estar atrelados a sinistros na construção civil — devido à comum ocorrência de mortes ou lesões corporais em locais desse tipo —, como os desabamentos, sendo que a conduta dolosa ou culposa do agente que der causa a esses resultados é que determinará a respectiva tipificação penal [5]. Como exemplo, do Código Penal [6] vem:

Art. 256 - Causar desabamento ou desmoronamento, expondo a perigo a vida, a integridade física ou o patrimônio de outrem:
Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.
Modalidade culposa
Parágrafo único - Se o crime é culposo:
Pena - detenção, de seis meses a um ano.

Conforme estabelecido pelo Código de Processo Penal [7], quando a infração deixar vestígios, é indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, o qual constitui o laudo pericial (prova pericial). Assim, é por meio da análise sistemática do local dos fatos, das peças de exame, do instrumento utilizado no crime e da pessoa física, viva ou morta, que os peritos oferecem subsídios de ordem técnico-científica aos destinatários do laudo pericial, procedendo, em suas diligências, com as pesquisas necessárias para fundamentação de seu trabalho [8].

Por conseguinte, a construção do conhecimento científico para a determinação da prova material por meio do laudo pericial elaborado pelo Perito Criminal constitui peça importante para a Justiça. Cabe ao Perito Criminal, em sua tarefa de auxiliá-la, observar todos os elementos materiais que possam dar fundamento às decisões das autoridades requisitantes [9].

Eventos catastróficos atrelados a obras e construção civil infelizmente ainda se fazem presentes na sociedade, acarretando grandes perdas materiais e de vidas. Nesse sentido, em épocas nas quais eram inexistentes quaisquer referências documentadas para a execução de um determinado tipo de serviço, o método da “tentativa e erro” por vezes era empregado. Contudo, tal modo de ação logo mostrou-se insuficiente para os padrões de vida e desenvolvimento à medida que as populações cresciam e a humanidade evoluía. Assim, o estudo acerca das causas das falhas tornou-se parte relevante na evolução da construção civil, servindo como “lições aprendidas” ao serem moldados novos parâmetros em produtos e processos que pudessem evitar danos causados por erros passados [3].

Nesse enalço, o trabalho pericial não se faz necessário apenas para o cumprimento da função de auxílio à Justiça, mas também para que sejam tomadas ações que possam prevenir a ocorrência de novos sinistros, dando espaço a

“Inteligência Pericial” ou “Inteligência Forense”: ramo emergente nos campos das Ciências Forenses que, baseado no uso de casos semelhantes para explorar as circunstâncias acerca de um fato jurídico, produz conclusões que podem orientar as políticas públicas [10].

Por derradeiro, esse posicionamento encontra-se alinhado às recomendações internacionais de riscos e desastres da ONU, estabelecidas no Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030 / UNISDR, o qual estabelece a colaboração e parceria entre instituições, visando promover e melhorar o diálogo e a cooperação entre comunidades científicas e tecnológicas. Tais recomendações têm o objetivo de facilitar uma interface ciência-política para a tomada de decisões eficientes na gestão do risco de desastres, bem como a redução de perdas de vidas, meios de subsistência e saúde, de ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais de pessoas, empresas e comunidades [11].

Portanto, o presente estudo tem por objetivo evidenciar os elementos materiais relevantes presentes no local de desabamento investigado, bem como outros delitos cometidos no sítio do evento relacionados ao meio ambiente natural e ao meio ambiente de trabalho, que servirão à elaboração do laudo pericial.

2. METODOLOGIA

Em Santos [3], foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica acerca das possíveis falhas nas edificações em concreto pré-moldado, relacionada ao caso pericial estudado, a fim de explicar as causas do desabamento de um prédio em construção que resultou em sete vítimas, sendo uma fatal.

Destarte, o presente trabalho é classificado, segundo Gil [12], com base em seus objetivos gerais, como uma pesquisa exploratória, uma vez que tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema por meio do levantamento bibliográfico, a fim de que seja possível construir hipóteses. Da mesma forma, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, pois, baseando-se nos procedimentos técnicos utilizados, é desenvolvida com base em materiais já elaborados (livros e artigos científicos), permitindo ao investigador a cobertura de um conjunto de fenômenos mais amplo e disperso. Por conseguinte, é apresentada no capítulo a seguir a fundamentação utilizada como embasamento teórico para as análises pertinentes ao caso em estudo [12].

3. FUNDAMENTAÇÃO

A Engenharia Diagnóstica é uma disciplina pertencente à construção civil que, transitando por outras áreas de conhecimento, tem por objetivo evitar acidentes e apurar responsabilidades [13]. Quando uma disciplina da engenharia é empregada para esclarecer questões técnicas

em um processo judicial, por meio da realização de perícia, passa a receber também a alcunha de Engenharia Legal ou Engenharia Forense.

As perícias judiciais em engenharia diagnóstica podem apresentar algumas dificuldades de compreensão aos operadores do direito, ou mesmo de análise e de elaboração dos laudos por parte de peritos iniciantes, devido à abrangência e complexidade dos sistemas construtivos. Dessa forma, o conhecimento de Normas Técnicas e de Normas Regulamentadoras é fundamental para o entendimento das perícias de engenharia [13].

Os exames periciais devem se desenvolver seguindo uma metodologia lógica e sequencial pautada pelo método científico, a qual, sempre que bem embasada, permitirá ao leigo analisar o laudo técnico com propriedade. Dessa forma, o critério a ser utilizado na execução do exame pericial em Engenharia Diagnóstica deve, inicialmente, fundamentar-se na análise preliminar do problema, que permitirá ao perito definir o roteiro sequencial de estudo e o melhor método diagnóstico a ser adotado [13].

À vista desse panorama, considera-se a engenharia diagnóstica como um *check-up* da construção, que se estende da fase de concepção da obra (planejamento) até a sua desconstrução. Para tanto, Freitas [14] expõe cinco métodos de diagnóstico que podem ser empregados: (1) métodos por percepção sensorial; (2) métodos por ação mecânica; (3) métodos por propagação de ondas elásticas; (4) métodos por detecção e análise vibratória; e (5) métodos por reação química e eletroquímica.

A percepção sensorial é sempre empregada logo na análise preliminar que o perito faz no local dos fatos. Assim, pela inspeção direta, essa técnica serve como o primeiro passo para a identificação de anomalias, sendo a sua aplicação uma etapa elementar no processo de diagnóstico. A inspeção deve ser preferencialmente realizada por perito especialista em engenharia diagnóstica, de forma que o seu conhecimento sobre a matéria seja o fator preponderante na correta interpretação das condições da estrutura periciada, avaliando também a necessidade da realização de ensaios tecnológicos complementares [14].

A indispensabilidade da realização de ensaios tecnológicos (que consistem em ensaios laboratoriais, ensaios de tipo, ensaios de campo, inspeções em protótipos ou em campo, simulações e análises de projeto) deve ser avaliada conforme a necessidade requerida pelas particularidades do caso em estudo e a critério do engenheiro diagnóstico [13].

Noutro giro, há que se ressaltar novamente que a coleta das informações necessárias para a execução de diagnósticos em obras pode ser feita de forma sensorial pela perícia, por meio de recursos e instrumentos que ampliem os sentidos e possibilitem a análise de aspectos pormenores (referência [15] citada pela referência [14]), bem como pela análise dos demais elementos materiais

inerentes ao sinistro, a exemplo da análise das documentações administrativa, técnica e legal referentes ao caso em estudo [13].

Destarte, recorrer ou não a outras técnicas de inspeção e ensaios que empreguem conceitos de múltiplas áreas científicas, a fim de permitir a obtenção de dados para ajudar na caracterização das situações em análise [14], pode não ser imprescindível. Isso ocorre quando os elementos materiais, necessários para a referida caracterização das causas primárias (ou causas raízes) e das responsabilidades do sinistro, estiverem extremamente evidentes, a exemplo do caso apresentado neste trabalho.

Um outro importante aspecto a ser salientado é o fato de que os exames dos componentes construtivos e dos equipamentos da edificação devem incluir não apenas os elementos prejudicados pelas patologias, mas também outros aspectos de seu entorno, uma vez que muitas são as perícias em sinistros que decorrem de várias causas concorrentes [13]. Nesse diapasão, há de se mencionar que os estudos inerentes à engenharia diagnóstica atualmente objetivam um maior aprofundamento e alinhamento com os conceitos de sustentabilidade e de responsabilidade social, para além dos propósitos da qualidade construtiva. Isso direciona o foco dessa modalidade de perícia para uma moderna visão acerca do desempenho e do ciclo de vida dos produtos da indústria da construção [14].

3.1 Manifestações patológicas na construção civil

A prevenção das manifestações patológicas deve ocorrer ainda na fase de projeto [16], para que se garanta a conformidade com os aspectos de qualidade, evitando-se problemas que, para serem solucionados, demandarão um posterior estudo detalhado de suas origens a fim de se eliminar manifestações que levam à degradação das edificações [17].

À vista desse panorama, não há que se falar em qualidade sem relacionar o termo ao cumprimento dos padrões estabelecidos pelas normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR). Sem o seu cumprimento, a construção civil pode se tornar um risco à sociedade, principalmente devido aos problemas na concepção de projetos, má prestação dos serviços de execução e à ausência de manutenção e de fiscalização em alguns locais. A título de exemplo, ao se cumprir a norma ABNT NBR 6118:2014 “Projeto de estruturas de concreto – Procedimento” [18], é garantido o atendimento aos requisitos básicos exigíveis para os projetos de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídos aqueles em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

Nesse sentido, a referida norma estabelece os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas. Assim, dá-se uma abordagem de desempenho que

esteja ligada ao comportamento que se espera de uma edificação quando em uso dentro de determinadas condições, tendo como foco as necessidades de seus usuários ao longo do seu tempo de vida útil. Contudo, infelizmente no Brasil a aplicação das normas técnicas é negligenciada e milhares de casas ou edifícios têm sido construídos com níveis de segurança absurdamente perigosos.

As manifestações ocasionadas por falhas na concepção da estrutura podem originar-se durante o estudo preliminar, quando da elaboração do anteprojeto, ou mesmo durante o projeto executivo, podendo também encarecer a construção [19]. Referência [20] cita algumas causas, a saber: erro na definição das ações atuantes na estrutura; má avaliação acerca da resistência do solo; peças com espessura de cobrimento e relação água/cimento incompatíveis com as condições de exposição; mau dimensionamento quanto às deformações na estrutura; juntas estruturais sujeitas à infiltração de água; e incompatibilidade entre projetos (arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico etc.).

Quanto às manifestações patológicas atribuídas à etapa de execução da obra, é imperiosa a constatação de que a ocorrência dos erros se deve ao processo de produção prejudicado ao refletirem-se os problemas socioeconômicos que provocam a baixa qualidade técnica dos trabalhadores menos qualificados [19]. Nesse diapasão, a falta de uma eficiente fiscalização, aliada a erros de gestão, pode levar a falhas graves em determinadas atividades da execução, como escoramentos, fôrmas, posicionamento e qualidade das armaduras, qualidade do concreto, dentre outras [20]. Para mitigar esses problemas, a norma ABNT NBR 12655 [21] apresenta as seguintes etapas de execução do concreto: (a) caracterização dos materiais componentes do concreto, conforme a NBR 12654; (b) estudo de dosagem do concreto; (c) ajuste e comprovação do traço do concreto; (d) preparo do concreto.

A má utilização da estrutura também pode ocasionar manifestações patológicas, cabendo ao seu usuário utilizá-la da maneira mais eficiente — o que se relaciona tanto com as atividades de uso (ao se garantir que não sejam ultrapassados os carregamentos previstos em projeto) quanto com as atividades de manutenção, uma vez que o desempenho da estrutura diminui ao longo da vida útil [19]. À vista desse panorama, a norma ABNT NBR 5674 define manutenção como um conjunto das atividades desempenhadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional de uma edificação e de suas partes constituintes, de forma a atender as necessidades e segurança dos usuários [22].

Assim, manifestações patológicas devido à ausência de manutenção ou sua realização de forma inadequada têm origem no desconhecimento técnico, na incompetência, no desleixo e em problemas econômicos [19], deixando à mostra problemas estruturais de maior gravidade,

implicando em grandes gastos e podendo até levar à demolição da estrutura.

Portanto, o domínio dos conceitos relacionados ao aparecimento de manifestações patológicas nas construções é imprescindível ao engenheiro para que os problemas nas estruturas possam ser evitados e, caso presentes, eliminados. Isso somente é possível mediante a execução de projetos específicos por profissionais qualificados e legalmente habilitados, seguindo as boas práticas de engenharia a fim de que sejam garantidos os padrões de qualidade e desempenho em todas as fases da vida útil de uma edificação.

3.2 A utilização do concreto pré-moldado

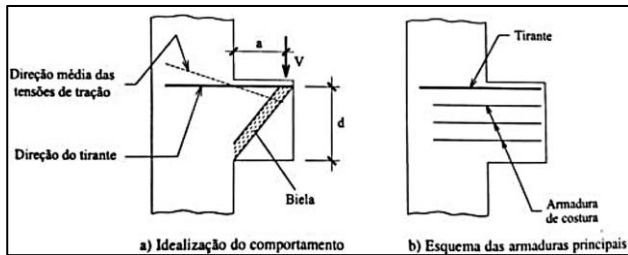
A construção em concreto pré-moldado, surgida no início do século XX, é comumente empregada para membros estruturais por meio de painéis de revestimento e unidades individuais de construção [23]. Nesse sentido, a Norma Brasileira ABNT NBR 9062:2017 “Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado” define o elemento pré-moldado como um “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura” [24,25]. Dessa forma, diferencia-se do “elemento pré-fabricado”, que, segundo a mesma norma, trata-se de um “elemento pré-moldado executado industrialmente, em instalações permanentes de empresa destinadas para esse fim” [24].

Assim, a construção em elementos pré-moldados, num primeiro momento, exigiria um alto investimento devido à necessidade de uma infraestrutura industrial para a fabricação dos elementos pré-moldados. Contudo, quando há a necessidade de fazê-la em escala, essa alternativa apresenta uma vantagem competitiva, além de, em tese, uma menor geração de resíduos de construção, melhor aproveitamento dos materiais e um melhor controle de qualidade do produto, rapidez construtiva e redução significativa de fôrmas e cimbramentos [25].

A produção dos elementos pré-moldados apresenta as seguintes etapas: (a) moldagem dos componentes estruturais; (b) transporte dos elementos da fábrica à obra; (c) montagem no local da obra; e (d) realização das ligações [25]. Nesse encaixe, o elemento de ligação mais habitual é o consolo, que, segundo Guarez e Basso [26], representa a maior porcentagem de problemas de projeto.

Trata-se de um elemento estrutural prismático, adjacente e ligado pela massa de concreto aos pilares, deles se projetando para servir de apoio a outras partes da estrutura ou para cargas de utilização. O consolo, então, recebe as cargas provenientes das vigas e as transfere ao pilar. Quanto ao projeto do consolo, a literatura recomenda o emprego do modelo de treliça simples (também conhecido como modelo de bielas e tirantes), com uma barra tracionada (tirante) e uma diagonal comprimida (biela), como detalhado pela Figura 1 [26].

Figura 1. Idealização do comportamento do consolo curto e esquema de armaduras principais.



Fonte: Guarez e Basso (2016, p. 28) [26].

Os consolos atuam como elementos em balanço, projetados de pilares e paredes para o apoio de outros elementos construtivos. Dessa forma, seu comportamento estrutural é tratado de maneira diferente das vigas, uma vez que a teoria clássica da flexão não se aplicaria por seu balanço ser bastante curto [25].

Como a produção industrial do elemento possui dificuldades devido à necessidade de uma grande quantidade de armadura em um espaço pequeno, a proposta de moldagem dos consolos apresenta uma inovação produtiva se executada em etapa distinta da moldagem dos pilares [25]. Assim, segundo Costa [25], a moldagem de consolos separados do pilar favoreceria a produção industrial em série, trazendo rapidez, facilitando a montagem das armaduras e conferindo maior simplificação às formas [27].

Lado outro, para que a moldagem do consolo seja realizada em etapa distinta da moldagem do pilar, deve ser garantida a continuidade entre a armadura do consolo e a armadura do pilar, podendo ser feita por: (i) dobra das armaduras do consolo; ou por (ii) sistemas de emenda de barras com luva e rosca. Ademais, deve-se prestar atenção quanto ao tratamento da interface entre as duas concretagens, o qual deve ser efetuado com cuidado para que haja aderência efetiva e transmissão de esforços entre as partes [27].

3.3 Aspectos relevantes quanto ao meio ambiente do trabalho na construção civil

Em linha com os conceitos de sustentabilidade e de responsabilidade social na construção civil [14], faz-se oportuno trazer à baila os aspectos relacionados ao meio ambiente e ao meio ambiente do trabalho. Nesse sentido, a Norma Regulamentadora nº 18 (NR-18), intitulada “Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção” (publicada pela Portaria SEPRT nº 3.733, de 10 de fevereiro de 2020) [28], tem o objetivo de estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

Essa Norma Regulamentadora é de extrema importância, uma vez que a construção civil é um dos ambientes laborais em que há estatisticamente a maior incidência de acidentes [9]. Adicionalmente, a falta de planejamento, a geração de resíduos da construção, prazos de conclusão elásticos e a qualidade do produto empregado denunciam a ineficiência em aproveitamento de mão de obra e dos materiais [25]. Todos esses fatores geram efeitos danosos para o meio ambiente e para o meio ambiente do trabalho na construção.

Diante de toda essa relevância, a NR-18 preceitua que as empresas construtoras (que devem estar regularmente registradas no Sistema CONFEA/CREA, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho) adotem técnicas de trabalho e façam uso de dispositivos que propiciem avanço tecnológico em segurança, higiene e saúde dos trabalhadores, além de adotarem medidas que objetivem a implementação de normas de controle e de sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho, e que garantam a realização das tarefas e atividades de modo seguro e saudável.

Além de constatar esses aspectos quando da inspeção, a forma documental de comprovar o atendimento dessas medidas é por meio do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT). Com o novo texto da NR-18 atualizado em fevereiro de 2020, o antigo PCMAT foi incorporado ao Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme estabelecido pela NR-1, sendo obrigatória a sua elaboração e implementação nos canteiros de obras, contemplando os riscos ambientais ocupacionais e suas respectivas medidas de prevenção [9].

Assim, o PGR deve ser elaborado por profissional legalmente habilitado em segurança do trabalho (isto é, um Engenheiro de Segurança do Trabalho), devendo encontrar-se sempre atualizado de acordo com a etapa em que se encontra o canteiro de obras. Além disso, as empresas contratadas devem fornecer ao contratante o inventário de riscos ocupacionais específicos de suas atividades, o qual deve ser contemplado no PGR do canteiro de obras [9]. Todavia, nem sempre todos esses requisitos são cumpridos, tornando-se parte das causas concorrentes para que o sinistro ocorra, a exemplo do exposto no presente trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para que seja atingido o objetivo do presente estudo, faz-se oportuno caracterizar o local do sinistro investigado, a fim de se determinar quais elementos materiais servirão como subsídios de ordem técnico-científica aos destinatários do laudo pericial, de modo a constituir importante peça para a Justiça na responsabilização e elucidação dos fatos.

Este estudo irá tratar de uma ocorrência de desabamento de parte de uma obra de construção de uma edificação para fins comerciais, cuja estrutura era constituída por elementos de concreto armado pré-moldado (vigas, pilares, lajes e placas de fechamento). A referida edificação encontrava-se em fase de montagem e era constituída por pavimento térreo, 1º pavimento e 2º pavimento.

Segundo informes, no momento do desabamento da laje do segundo pavimento, havia pessoas trabalhando, e uma vítima foi resgatada sem vida dos escombros. O local foi imediatamente isolado e permaneceu preservado para a realização dos trabalhos periciais quando findados os trabalhos de resgate do Corpo de Bombeiros.

4.1 Os exames periciais

Visando responder aos objetivos específicos do presente estudo, ou seja, a quesitação criminalística referente ao local de desabamento, a perícia procedeu com o exame do sítio dos fatos.

Para melhor observação e realização de fotografias que permitissem evidenciar as constatações dessa perícia, os exames no local supramencionado foram efetuados com o auxílio de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), do tipo Remotely-Piloted Aircraft (RPA) ou Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), popularmente conhecido como “drone”.

O sítio de desabamento, caracterizado pelos escombros resultantes da queda da viga que sustentava as lajes do segundo pavimento, ligada aos pilares A e B na região mediana da edificação (vide Figura 2), encontrava-se sobre o pavimento térreo em sua região posterior direita. O referido sítio caracterizava-se pela presença de manchas de substância hematoide localizadas sobre os escombros, conforme mostrado pela Figura 3.

Ao exame do local, foi constatado o comprometimento (ruptura) dos consolos dos pilares A e B, devido principalmente a vestígios que denotavam a ausência de elementos estruturais adequados para sua fixação nos referidos pilares de forma a sustentar a viga que desabou, conforme mostrado pelas Figuras 4 a 7.

Para melhor entendimento: a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 9062, define o elemento pré-moldado como “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura” [24]. A referência [26] salienta que, no processo de fabricação, um dos principais pontos que demandam cuidado é a ligação viga/pilar, na qual ocorre descontinuidade da estrutura e concentração de tensões, podendo provocar deslocamentos, mobilizar e redistribuir esforços entre os elementos, influenciando o comportamento de toda a estrutura.

Figura 2. Identificação dos pilares “A” e “B” que sustentavam a viga sobre a qual se apoiavam as lajes do segundo pavimento.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 3. Vista aérea, em fotografia efetuada com um drone, do local onde se encontravam manchas de substância hematoide.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 4. Aspecto geral do pilar B, em imagem efetuada por meio de drone, mostrando no detalhe o local onde se encontrava fixado o consolo, responsável pelo apoio da viga que sustentava a laje do segundo pavimento, em sua região mediana



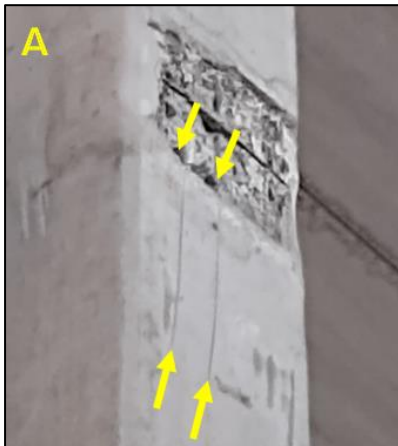
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 5. Detalhe do local onde se encontrava fixado o consolo no pilar B, responsável pelo apoio da viga que sustentava a laje do segundo pavimento, em sua região mediana. Os elementos remanescentes no pilar sugerem a ocorrência de ruptura do consolo por flexão (deformação da ferragem remanescente), orientada de cima para baixo, levando ao esmagamento do concreto na parte inferior do consolo, conforme exposto por Guarez e Basso (2016) [26].



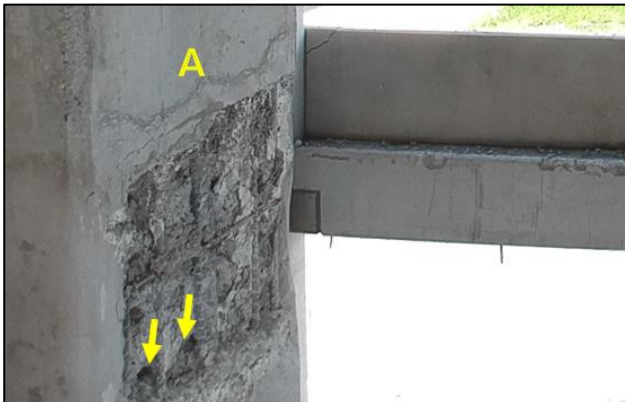
Fonte: Acervo pessoal.

Figura 6. No local onde se encontrava fixado o consolo no pilar A, as setas inferiores mostram atritamentos em solução de continuidade com os furos apontados pelas setas superiores, indicando que sejam oriundos das ferragens do consolo para o pilar (e não do pilar para o consolo), quando da ruptura por escorregamento (cisalhamento).



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 7. Complementar à Figura 6. A existência dos furos sugere a finalidade de chumbamento da ancoragem do consolo no pilar.



Fonte: Acervo pessoal.

Conforme mostrado pela **Figura 6** (local onde se encontrava fixado o consolo no pilar A, responsável pelo

apoio da viga que sustentava a laje do segundo pavimento, em sua região mediana), os elementos remanescentes sugerem a ocorrência de ruptura do consolo por cisalhamento (escorregamento do consolo junto à face do pilar, caracterizando uma ruptura por corte direto), conforme exposto por Guarez e Basso [26].

Ademais, na **Figura 7** também é possível observar a ausência dos elementos de ligação (biela, tirante e armadura de costura), conforme as normas ABNT NBR 9062 e ABNT NBR 6118. Esses aspectos serão explorados e discutidos a seguir na seção 3.2 do presente trabalho, mediante a pesquisa bibliográfica realizada.

4.2 Estudo de falha

Feita a caracterização do local do sinistro investigado, bem como dos elementos materiais de interesse pericial encontrados no local quando dos exames, o presente capítulo destina-se à discussão acerca das possíveis falhas nas edificações em concreto pré-moldado, relacionadas à falha em consolos, considerando o caso pericial estudado.

Para tanto, em linha com a metodologia proposta para o presente estudo, buscou-se por meio da pesquisa bibliográfica exploratória, com base em materiais já elaborados (Normas Técnicas e artigos científicos), a obtenção de uma maior familiaridade com o problema, a fim de que fosse possível construir hipóteses [12].

A Norma Brasileira ABNT NBR 9062:2017 “Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado” [24] estabelece os requisitos para o projeto, execução e o controle de estruturas de concreto pré-moldado, armado ou protendido. A norma determina, em seu item 5.1.1.4, que devem ser tomados cuidados especiais na organização geral da estrutura e nos detalhes construtivos, de forma a minimizar a possibilidade de colapso progressivo.

O item 5.2.1.6 preceitua que as zonas dos elementos que devem ser ligadas aos demais elementos da estrutura constituem trechos singulares, devendo ser dimensionadas e ter sua segurança demonstrada por meio dos requisitos da Seção 7. Em seu item 5.6.1.1, é estabelecido que os desenhos de execução, com formatos devidamente normalizados, devem apresentar, de forma clara e precisa, as dimensões e a posição dos elementos pré-moldados, assim como das armaduras, insertos, furos, saliências e aberturas projetadas [24].

Nesse encaixe, por ocasião dos exames, foram apresentados à perícia cópias de documentos dados como sendo os projetos dos pré-moldados. Todavia, da análise dos desenhos que ali constavam, verificou-se que se tratava apenas de esquemas genéricos e pouco legíveis da estrutura da edificação. Ademais, a perícia não constatou o detalhamento dos consolos e o atendimento dos demais requisitos conforme preceituam os itens das normas técnicas, apresentados adiante no presente trabalho.

Inicialmente, impende frisar que a inexistência de projetos técnicos em conformidade com as normas aplicáveis é um importante aspecto a ser observado quando da realização de exames periciais em matéria de engenharia. Isso porque a ausência da referida documentação, elaborada por profissional qualificado e legalmente habilitado, caracteriza que toda a execução, concepção ou fabricação do material objeto ou causa do evento tenha sido efetuada por um leigo e fora das boas práticas de engenharia.

Destarte, por consequência lógica do próprio acontecimento de um sinistro, tornam-se minadas eventuais necessidades de se prosseguir com estudos mais aprofundados para o diagnóstico. É imperioso asseverar que, na engenharia, de forma hierárquica e sequencial, qualquer concepção se inicia a partir da elaboração de um projeto. Assim, seria dispendioso em tempo e até desnecessário avançar com a investigação das sucessivas combinações de falhas, uma vez que a falta ou a inadequação de um projeto já deve ser tomada como uma falha básica ou evento primário.

Por conseguinte, apontar possíveis ou eventuais causas desdobradas seria algo irrelevante. Faz-se presente, portanto, um importante princípio que preconizou o método científico, chamado “Navalha de Occam”: dentre várias explicações acerca de um fenômeno, considerando-se o mesmo conjunto de evidências, é mais racional considerar a explicação mais simples. Cabe salientar que esse raciocínio deve ser empregado sempre com o objetivo de facilitação da análise, simplificando-a, contudo, não a deixando simplista.

Assim, os desenhos deveriam ter sido elaborados com vistas não somente à produção e montagem da estrutura, como também à facilidade do controle de execução durante o processo de produção e do elemento acabado [24]. Ademais, conforme a alínea “g” do item 5.6.1.2 da ABNT NBR 9062:2017, os desenhos deveriam incluir ao menos os detalhes das ligações a serem executadas na obra durante ou após a montagem, além da característica dos materiais constituintes [24].

A referida norma [24] também determina que devem ser apresentadas especificações detalhadas dos processos construtivos e de manuseio, armazenamento, transporte e montagem dos elementos pré-moldados e pré-fabricados. Adicionalmente, o item 7.3.2 trata do dimensionamento dos consolos e esforços resistentes, apresentando as armaduras típicas e o modelo biela-tirante (também conhecido como treliça) para um consolo curto, sendo que o item 7.3.6 estabelece a utilização da armadura de costura como sendo obrigatória [24].

Ainda sob esse diapasão, necessário se faz pontuar que a literatura [27] expõe que os modelos de biela e tirante são a base da maioria das equações recomendadas pelas normas nacionais e internacionais para o projeto de consolos monolíticos de concreto (moldados junto com o

pilar). Contudo, a pré-fabricação das estruturas pode trazer algumas implicações quanto ao dimensionamento e quanto à execução no canteiro de obras, porque, ao contrário das estruturas moldadas no local, as ligações entre os diversos elementos estruturais não são monolíticas e, portanto, têm uma forma diferente de distribuição dos esforços e de obtenção de estabilidade [27].

Ainda segundo a referência [27], a depender da agilidade necessária ou da disposição geométrica dos consolos no pilar, o processo executivo pode exigir que a moldagem do consolo seja realizada em etapa posterior à do pilar, o que pode conferir maior simplificação às formas. Todavia, para que esse procedimento possa ser realizado, deve ser garantida a continuidade entre a armadura do consolo e a armadura do pilar, o que pode ser feito por dobra das armaduras do consolo ou por sistemas de emenda de barras com luva e rosca [27]. Ademais, cumpre acentuar que o tratamento da interface entre as duas concretagens deve ser realizado com alguns cuidados para que haja efetivamente aderência e transmissão de esforços entre as partes [27].

Destarte, a presença da armadura de costura não causa maiores inconvenientes na produção dos consolos monolíticos, mas, nos modelos com consolos moldados em etapa posterior à do pilar, a armadura de costura precisa ser complementada posteriormente quando da montagem da armadura do consolo, o que implicaria em intensivo uso de recursos humanos e na demora no processo de moldagem [27]. Sob esse prisma, a escolha de um modelo diferente do consolo monolítico, projetado com biela e tirante (treliça), conforme preveem as normas supramencionadas, apresenta-se como uma alternativa questionável do ponto de vista de segurança.

No arco dessas afirmações, as análises experimentais, normativas e computacionais de cinco modelos de consolos, sendo um monolítico (P1) e quatro concretados em etapa distinta do pilar (P2, P3, P4 e P5), apresentadas no trabalho intitulado “Avaliação da resistência de consolos de concreto moldados em etapa distinta do pilar”, permitem concluir que o modelo monolítico (P1) apresenta os menores valores de abertura de junta, seguido pelo modelo P2, com tirante rosqueado (emendado por luva e rosca) [27].

Já os modelos P3, P4 e P5, cujos tirantes foram dobrados entre as etapas de concretagem, apresentaram valores de abertura de junta, relativos à força de serviço, até quatro vezes maiores. Nesse caso, o valor da abertura da junta nesses modelos superou o limite de 0,4 mm de abertura de fissuras estipulado pelas normas brasileiras, o que mostra problemas de durabilidade para essa solução construtiva; o modelo P2 apresentou, para a força de serviço, uma abertura de junta com valor próximo ao limite de 0,4 mm [27].

4.3 Aspectos relacionados ao meio ambiente e ao meio ambiente do trabalho

O presente capítulo é uma complementação ao objetivo deste trabalho, ao serem identificados demais elementos materiais relevantes que permitam às autoridades tipificarem outros delitos cometidos no sítio do evento, além do desabamento.

Para tanto, foram considerados os conceitos de sustentabilidade e de responsabilidade social na construção civil [14], trazendo-se à baila os aspectos relacionados ao meio ambiente e ao meio ambiente do trabalho.

Cumprir exprimir, logo de início, que o exercício profissional à luz da ética na construção civil — como em qualquer área — deve refletir a obediência à legislação e o comprometimento do desenvolvimento sustentável por meio dos cuidados com o meio ambiente. Nesse encaixe, os códigos de ética profissionais da engenharia deixam claros tais requisitos, bem como a necessidade do exercício profissional em considerar os aspectos de responsabilidade social, contribuindo para o atendimento das demandas sociais como forma de compensação frente à utilização dos recursos naturais [29].

Quanto ao meio ambiente, Haubrick e Gonçalves [30] destacam a construção civil como uma grande fonte geradora de resíduos sólidos no Brasil. Quando não tratados e adequadamente destinados, tais resíduos trazem impactos negativos para o meio ambiente e para a população. Segundo os autores, isso ocorre no setor devido à negligência de leis e normas que contemplam a matéria de sustentabilidade, além do desconhecimento dos altos custos inerentes à geração de resíduos sólidos [30].

Lado outro, Roque e Pierri [31] complementam ao afirmar que a sustentabilidade na construção civil não trata somente do desperdício de materiais e do adequado tratamento dos resíduos, sob o prisma do meio ambiente natural, mas também de ações que promovam o desenvolvimento econômico, regional e social.

Ainda nesse diapasão, Feliciano [32] argumenta que há uma indissociabilidade ontológica entre o meio ambiente natural e o meio ambiente do trabalho, posto que, neste último, o homem revela-se como o fator produtivo das riquezas por meio dos recursos naturais, manifestando-se em um meio constituído por unidades autônomas e com normas próprias, mas que guardam solidariedade interna — não podendo nenhum dos elementos preexistir ao conjunto.

Destarte, o uso dos recursos está diretamente ligado à forma como se manifestam as atividades econômicas, bem como ao emprego da mão de obra. Nesse sentido, os interesses individuais e corporativos muitas vezes desconsideram as normas e regulamentos que restringem seu uso de forma não sustentável, acarretando não só em ilícitos penais contra o meio ambiente natural, como também contra o meio ambiente do trabalho, quando o

empregador deixa de cumprir as normas de segurança e higiene do trabalho. Sob o ponto de vista pericial criminal, conforme Barbieri e Geiser [33], exige-se o indispensável exame de corpo de delito visando à sua caracterização e elucidação.

4.3.1 Aspectos relacionados ao meio ambiente natural

Durante os exames, a perícia verificou que as condições de organização e limpeza da obra eram ruins, contrariando a NR-18 em seu item 18.29, “Ordem e limpeza”, subitens: (1) 18.29.1, que estabelece que o canteiro de obras deve apresentar-se organizado, limpo e desimpedido, notadamente nas vias de circulação, passagens e escadarias; e (2) 18.29.2, que dispõe que o entulho e quaisquer sobras de materiais devem ser regulamente coletados e removidos.

Ademais, foi constatada a existência de lixo orgânico em embalagens destinadas ao armazenamento de alimentos, as quais apresentavam-se descartadas em uma caçamba junto aos resíduos (entulho) oriundos daquela obra. Na opinião da perícia, o material orgânico e o entulho acumulado no local, da forma como se apresentavam, poderiam atrair vetores de doenças, como a dengue e a febre amarela, além de ser um chamariz de insetos e roedores.

Sob esse prisma, é imperiosa a constatação de que o descarte irregular de resíduos oriundos da construção civil pode causar impactos ambientais negativos, uma vez que, conforme o disposto no Artigo 1º da Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) [34]:

“Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Por conseguinte, os resíduos gerados pelo setor da construção civil, quando gerenciados e dispostos incorretamente, causam relevantes impactos ambientais negativos, a saber: degradação e poluição do solo, comprometimento dos corpos d’água e mananciais, obstrução dos sistemas de drenagem, intensificação de enchentes, degradação da paisagem urbana, ocupação de vias e logradouros públicos, proliferação de moscas, baratas, ratos e outros vetores de importância sanitária nos centros urbanos [35], além do aspecto visual desagradável

que proporciona e influencia, diretamente e de modo negativo, a qualidade de vida da população [36].

4.3.2 Aspectos relacionados ao meio ambiente do trabalho

Cumpra exprimir, logo de início, que a definição prevencionista de acidente de trabalho, conforme Nunes [37], estabelece que essas “são ocorrências não-programadas, inesperadas ou não, que interrompem ou interferem no processo normal de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil e/ou lesões nos trabalhadores e/ou danos materiais”. Pode-se considerar, portanto, que as vítimas sofreram acidente de trabalho, uma vez que se encontravam no exercício de suas atividades laborais habituais e da função contratada.

Considerando a possibilidade de tipificação penal explicitamente relacionada ao descumprimento das normas de segurança do trabalho, a Lei nº 8.213/1991, que trata dos planos de benefício de previdência social, estabelece em seu artigo 19 § 2º que constitui contravenção penal, punível com multa, deixar a empresa de cumprir as normas de segurança e higiene do trabalho [38].

Assim, segundo esse dispositivo, o empregador é responsável pela adoção e utilização de medidas coletivas e individuais visando a proteção e a segurança do trabalhador, devendo prestar informações pormenorizadas sobre os riscos da operação a executar e do produto a manipular.

À vista desse panorama, além do que está estabelecido para empregados contratados de forma direta, por força de Norma Regulamentadora, a empresa contratante de serviços terceirizados também é “obrigada a estender aos empregados da empresa contratada que lhe presta serviços em seu estabelecimento a assistência de seus Serviços Especializados em Engenharia e Segurança e em Medicina do Trabalho”, bem como a observância e garantia de fornecimento de condições seguras no ambiente laboral [39].

Com base nos aportes expostos, foram solicitados ao responsável presente no local os seguintes documentos pertinentes à perícia, conforme referência [4], os quais não foram sequer apresentados, tudo indicando não terem sido tomadas as providências exigidas pelas normas regulamentadoras visando a segurança do trabalho naquele canteiro de obras:

1. Ficha de registro da vítima;
2. Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT);
3. Ordem de serviço;
4. Treinamentos;
5. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
6. Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (PCMSO);
7. Ficha de Controle e Entrega de EPIs;
8. Ata de instalação e posse da CIPA;

9. Relatório da CIPA sobre o acidente;
10. Roteiro do Procedimento de Trabalho;
11. Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria de Construção (PCMAT).

Por derradeiro, a perícia constatou medidas administrativas relacionadas à coordenação e à execução das atividades laborais naquela obra, que geraram a exposição dos trabalhadores a diversos riscos, devido a:

- a) Falta de treinamento para a formação técnica adequada dos empregados, uma vez que seus comprovantes não foram apresentados, contrariando o disposto na NR-18 em seus itens 18.28, 18.37.4 e 18.37.5;
- b) Processos de trabalho mal estabelecidos: o item 18.1.1 da Norma Regulamentadora (NR) estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção;
- c) Atividades mal distribuídas e processo de comunicação deficiente: devem ser elaboradas ordens de serviço sobre segurança e saúde no trabalho, dando ciência aos trabalhadores, conforme preceitua a NR 1, item 1.4.1, alínea “c”. Também deve ser registrado o fornecimento de EPIs ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico, conforme alínea “h” do item 6.6.1 da NR 6 “Equipamento de Proteção Individual” (EPI).

Conforme preceitua a NR-18, os comandos constantes na norma não se dirigem exclusivamente aos empregadores cujo objeto social é a construção civil, sendo que as obrigações se estendem aos empregadores que realizam atividades ou serviços de demolição, reparo, pintura, limpeza e manutenção de edifícios em geral, de qualquer número de pavimentos ou tipo de construção, de urbanização e paisagismo, independentemente de seu objeto social.

Assim, houve um conjunto de medidas administrativas inseguras que concorreram para a ocorrência de condições inseguras naquele ambiente de trabalho [9], ocasionando o sinistro do qual foram vitimados trabalhadores, sendo um deles fatal. Esses elementos permitiriam aos operadores do Direito, além da tipificação do delito previsto no artigo 19, § 2º, da Lei nº 8.213/1991 [38], também a tipificação nos crimes de lesão corporal e homicídio, previstos no Código Penal [6].

5. CONCLUSÕES

Os eventos catastróficos envolvendo obras na construção civil, como em um desabamento (queda de construções ou obras construídas pelo homem) com vítima

fatal, acarretam demandas judiciais não somente nas áreas cível, trabalhista e previdenciária, mas também possui reflexos na esfera penal. Nesse encaixe, muitos são os crimes que podem estar atrelados aos sinistros ocorridos nos canteiros de obras, principalmente quando da ocorrência de mortes ou lesões corporais em ocorrências dessa natureza.

Destarte, para auxiliar na busca por elementos que permitam aos operadores do direito identificar elementos de materialidade e autoria dos tipos penais aplicáveis, recorre-se à Engenharia Legal ou Engenharia Forense, por meio da realização do exame pericial. Especificamente em se tratando de eventos no âmbito da construção civil, os peritos fazem uso dos conceitos inerentes à disciplina de Engenharia Diagnóstica — matéria pertencente à construção civil e que, de forma multidisciplinar, tem por objetivo evitar acidentes e apurar responsabilidades [13].

À vista desse panorama, o presente estudo teve por objetivo apresentar os elementos materiais que, presentes no local de desabamento investigado, serviriam como subsídios de ordem técnico-científica aos destinatários do laudo pericial, constituindo importante peça para a justiça na elucidação dos fatos.

Para tanto, o exame inicial dos elementos construtivos remanescentes no sítio dos fatos leva a perícia a admitir que o desabamento da viga que sustentava as lajes do segundo pavimento da edificação, ligada aos pilares na região mediana da edificação, ocorreu devido ao fato de os consolos em que se apoiava não possuírem os elementos estruturais adequados para sua sustentação e resistência, conforme estabelecido pelas normas ABNT NBR 9062:2017 [24] e ABNT NBR 6118:2014 [18].

Cumprido, ainda, destacar a constatação de elementos materiais que denotavam a ocorrência de infrações relacionadas ao meio ambiente natural, em contraste com os princípios de sustentabilidade e de responsabilidade social na construção civil [14]. Sob esse prisma, a gestão inadequada dos resíduos de uma obra de construção civil pode causar relevantes impactos ambientais negativos, principalmente pela possibilidade de degradação e poluição do solo, além do favorecimento da proliferação de animais sinantrópicos, que representam riscos à saúde pelo seu potencial como vetores de doenças.

Ainda nesse diapasão, quanto ao meio ambiente do trabalho, foi verificada a existência de condições inseguras naquele canteiro de obras enquanto um ambiente laboral. A observância do estabelecido na NR 18 “Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção” poderia mitigar os riscos no canteiro de obras, principalmente se os procedimentos e meios de proteção adotados estivessem sob responsabilidade de um Engenheiro legalmente habilitado e de um Engenheiro de Segurança do Trabalho, ambos com a devida emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), conforme estabelecido no item 18.37.7.1 da referida norma [28].

Portanto, a correta busca por elementos materiais em um local de sinistro de engenharia deve ocorrer, primordialmente, respeitando-se uma metodologia pericial bem definida e em conformidade com os princípios e boas práticas da Engenharia Diagnóstica. Noutra giro, restou evidente que a capacidade de enxergar o sítio dos fatos, sob uma ótica sistêmica e multidisciplinar, permite ao perito agregar elementos relevantes ao esclarecimento das circunstâncias do evento, possibilitando não somente a responsabilização do sinistro, mas também a prevenção de eventos futuros que representam perdas de vidas e danos materiais. Eis, aqui, uma representação da beleza do desafio que é o trabalho pericial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M.M. Ramos, M.L.M. Nascimento, V.L. Pereira. Manifestações patológicas em estrutura de concreto pré-fabricado: estudo de caso. In: 6ª Conferência sobre patologia e reabilitação de edifícios, 2018. Disponível em: <<http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80508.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- [2] M.E.S. Oliveira. Análise das manifestações patológicas em edificações escolares pré-fabricadas na cidade de Campinas/SP. 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/322039>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- [3] Y.D.L. Santos. Estudo de falhas na fiscalização da execução que interferem na qualidade das obras de edificações. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica – UFRJ. Orientador: Jorge dos Santos. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023209.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- [4] A.C. Cotomácio. A Perícia Criminal em locais de acidente de trabalho. In: *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics* 8, 188-212, 2019.
- [5] P.N. Angieuski. A responsabilidade penal nos acidentes de trabalho. *Boletim Jurídico*, Uberaba/MG, a. 3, no 138. Disponível em: <<https://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/artigo/737/a-responsabilidade-penal-acidentestrabalho>> Acesso em: 31 de outubro de 2018.
- [6] BRASIL. Decreto Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Dispõe sobre o Código Penal brasileiro. Brasília, 1940. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848.htm>. Acesso em: 14 de novembro de 2018.
- [7] BRASIL. Decreto Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Brasília, 1941. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del-

- 3689Compilado.htm>. Acesso em: 14 de novembro de 2018.
- [8] J.L. Zarzuela, M. Matunaga, P.L. Thomaz. Laudo Pericial: aspectos técnicos e jurídicos. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2000. 371 p.
- [9] A.C. Cotomácio. A visão do perito criminal sobre as causas de um acidente de trabalho. *Revista Brasileira de Criminalística* **9(1)**, 60-68, 2020.
- [10] W.X. de Camargo Filho, *et al.* Forensic intelligence as a useful tool for reducing traffic fatalities: the Brazilian Federal District case. *Revista Brasileira de Criminalística* **5(2)**, 7-13, 2016.
- [11] UNISDR. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.
- [12] A.C. Gil. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.
- [13] A.D.A. Rosa. Perícias na engenharia diagnóstica. In: Apostila do curso de Engenharia diagnóstica: patologia, desempenho e perícias na construção civil da Faculdade Unyleya. Brasília, 2020.
- [14] A.P.A. Freitas. Engenharia Diagnóstica e Perícias de Engenharia – Documentação e Redação Técnica. In: Apostila do curso de Engenharia diagnóstica: patologia, desempenho e perícias na construção civil da Faculdade Unyleya. Brasília, 2020a.
- [15] V. Córias. Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios. Lisboa, 2006.
- [16] L.A.F. da Paz, *et al.* Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas-TO. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* **20(1)**, 174-180, 2016.
- [17] D. Nazario, E.C. Zancan. Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: inspeção dos sete postos de saúde. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/151>>. Acesso em: 16 de out. de 2020.
- [18] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- [19] E.A.B. Gonçalves. Estudo de Patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. Projeto de Graduação (Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- [20] J.P. Couto; A.M. Couto. Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.
- [21] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento, 2015.
- [22] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: Manutenção de edificações Procedimento, 2012.
- [23] A.P.A. Freitas. Patologias em fundações, contenções e obras de terra. In: Apostila do curso de Engenharia diagnóstica: patologia, desempenho e perícias na construção civil da Faculdade Unyleya. Brasília, 2020b.
- [24] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.
- [25] J.B.A. Costa. Estudo experimental de consolos de concreto com fibras moldados em etapas distintas dos pilares. 2009. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Orientador: Mounir Khalil El Debs.
- [26] M. Guarez, W.S. Basso. Análise teórica e experimental do comportamento de consoles monolíticos curtos de pilares pré-moldados considerando a norma NBR 9062:2006 e um método alternativo. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7708>>. Acesso em 21 de outubro de 2020.
- [27] D.L. Araújo, *et al.* Avaliação da resistência de consolos de concreto moldados em etapa distinta do pilar. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais* **10(2)**, 509-546, 2017.
- [28] NR-18. Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-18.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2020.
- [29] J.M. Souza. Ética e sustentabilidade na construção civil. 2019. 130 f. (Mestrado em Teologia) - Faculdades EST, São Leopoldo, 2019.
- [30] S.O. Haubrick, J.R.M.R. Gonçalves. Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC. *Revista Augustus* **25(50)**, 12-32, 2020.
- [31] R.A.L. Roque, A.C. Pierri. Intelligent use of natural resources and sustainability in civil construction. *Research, Society and Development* **8(2)**, e3482703, 2019.
- [32] G.G. Feliciano. Meio ambiente do trabalho – aspectos gerais e propedêuticos. *Revista Síntese Trabalhista, Porto Alegre* **14(162)**, 122-153, 2002.
- [33] C.B. Barbieri, G.C. Geiser. Perícia ambiental. In: J.A. Velho, G.C. Geiser, A. Espíndula. Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna. Campinas: Millennium, 2017.
- [34] CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de

impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 1986.

[35] F.B. Klein, S.L.F. Gonçalves-Dias. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo: um estudo a partir dos instrumentos de políticas públicas ambientais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* **40**, 483-506, 2017.

[36] O.H. da Silva, *et. al.* Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* **19**, 39-48, 2015.

[37] E. Nunes. 1.000 perícias: insalubridade, periculosidade, acidente de trabalho, aposentadoria especial. Campinas: Millennium Editora, 2019.

[38] BRASIL. Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília, 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213compilado.htm>. Acesso em: 13 de novembro de 2018.

[39] E.B. Silva. A polícia civil e a investigação do acidente de trabalho. 2001. Disponível em: <<http://www.pgt.mpt.gov.br/publicacoes/seguranca/policiacivil.pdf>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.