

ANÁLISE DE ACIDENTES E COLAPSOS ESTRUTURAIS: INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS E LIÇÕES APRENDIDAS

ANALYSIS OF ACCIDENTS AND STRUCTURAL COLLAPSES: INVESTIGATION OF THE CAUSES AND LESSONS LEARNED

Lígia Morganna de SOUZA

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0162-0247>

Discente do curso de Engenharia Civil

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: morgannasouzaa@gmail.com

Wistley Borges da CONCEIÇÃO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8508-5412>

Discente do curso de Engenharia Civil

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: wistleyborges@gmail.com

Karla Cristina Bentes MOREIRA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8551-9746>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: karla.moreia@iescfag.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14204551>

RESUMO

Este artigo aborda a análise de acidentes e colapsos estruturais, investigando suas causas e as lições aprendidas a partir de eventos significativos na engenharia civil. A pesquisa adota uma metodologia bibliográfica exploratória e descritiva, baseada em revisões de normas técnicas e estudos de casos reais, como o colapso do Viaduto Batalha dos Guararapes e o Edifício Real Class. O estudo identifica que as principais causas de falhas estruturais incluem erros de projeto, má execução, ausência de manutenção adequada e falhas humanas, sendo essas as principais responsáveis por acidentes graves e perda de vidas. Normas brasileiras como a NBR 6118/2014 e a NBR 15575/2013 são essenciais para garantir a segurança e durabilidade das estruturas, mas a falha na adesão a esses padrões continua a ser um desafio. As lições aprendidas destacam a importância da fiscalização rigorosa, do cumprimento das normas e da manutenção preventiva para evitar novos desastres. O artigo conclui que a cultura de segurança na construção civil precisa ser fortalecida por meio de uma abordagem multidisciplinar que envolva profissionais, órgãos reguladores e a comunidade.

PALAVRAS-CHAVES: Durabilidade de estruturas. Colapso estrutural. Manifestações patológicas. Segurança estrutural.

ABSTRACT

This article addresses the analysis of structural accidents and collapses, investigating their causes and the lessons learned from significant events in civil engineering. The research adopts an exploratory and descriptive bibliographical methodology, based on reviews of technical standards and real case studies, such as the collapse of the Batalha dos Guararapes Viaduct and the Real Class Building. The study identifies that the main causes of structural failures include design errors, poor execution, lack of proper maintenance, and human error, which are largely responsible for serious accidents and loss of life. Brazilian standards such as NBR 6118 (ABNT, 2014) and NBR 15575 (ABNT, 2013) are essential to ensure the safety and durability of structures, but non-compliance with these standards remains a challenge. The lessons learned highlight the importance of strict supervision, compliance with standards, and preventive maintenance to avoid future disasters. The article concludes that the culture of safety in civil construction needs to be strengthened through a multidisciplinary approach involving professionals, regulatory bodies, and the community.

KEYWORDS: Durability of structures. Structural collapse. Pathological manifestations. Structural safety.

INTRODUÇÃO

Na análise de acidentes e colapsos estruturais, observa-se um panorama histórico marcado por avanços e desafios na construção civil, refletindo tanto as conquistas quanto as adversidades enfrentadas ao longo dos séculos. Segundo Bauer (2000), o interesse pela prevenção de acidentes remonta a 1800 a.C. no Código de Hamurabi, escrito na Mesopotâmia; essa trajetória revela a importância crucial de compreender as causas subjacentes a esses eventos e extrair lições valiosas para aprimorar a segurança e a eficiência das estruturas.

Com o passar dos anos tem-se aumentado a quantidade de estruturas com manifestações patológicas, tendo por principal problema, a corrosão das armaduras, causada pelo deterioramento precoce das edificações (Helene, 1997). Essa redução abrupta na qualidade de duração das estruturas gera grande preocupação para o meio da construção civil, levando-os a buscar a causa de tal acontecimentos.

Desde a concepção até o fim de sua vida útil, seja de forma natural e gradual ou abrupta, uma estrutura tem seu ciclo de vida composto por importantes etapas, sendo elas: a fase de projeto, execução e utilização. A adoção de métodos assertivos em qualquer uma dessas fases é fundamental para se obter uma estrutura funcional, segura e com longa durabilidade (Vitório, 2021).

Toda estrutura é projetada para receber uma carga ao longo de sua vida útil, contudo ações externas podem comprometê-la (Morais, Carvalho, Diniz, 2023). As manifestações patológicas tal qual outros fatores corroboram para um declínio acelerado da mesma. Porém, em meio a adversidade é onde absorve-se valiosos ensinamentos.

A maioria dos acidentes em estruturas, sejam por falhas de projeto ou execução, ocorre durante a fase de construção. Além dos prejuízos financeiros, há o fato de que as vidas dos trabalhadores são colocadas em risco. No entanto, os acidentes mais graves ocorrem após a conclusão da obra e durante o uso, ou seja, não apenas as vidas dos trabalhadores estão em perigo, mas também as de centenas de pessoas (moradores, usuários e transeuntes), incluindo adultos, crianças e idosos (Souza E Pinheiro, 2003).

A durabilidade das edificações afeta diretamente a qualidade, segurança e longevidade das construções. A Norma 15575 (2013) desempenha um papel fundamental ao estabelecer critérios para a vida útil das estruturas e suas partes (Alves, 2021), assim como a NBR 6118 (2004) define os critérios que irão atuar de forma geral em todos os projetos que relacionam estruturas de concreto.

O presente artigo, por meio de uma revisão de literatura, tem por objetivo abordar sobre análise de acidentes e colapsos estruturais. Visando apontar as principais causas de colapso em estruturas, apresentar casos de colapsos e as lições apreendidas com ele.

MATERIAIS E METODOS

A presente pesquisa utilizou-se de uma metodologia bibliográfica exploratória e descritiva, fundamentada em uma análise criteriosa de livros, artigos científicos e normas técnicas relacionadas à análise de acidentes e colapsos estruturais. A escolha pela revisão bibliográfica justifica-se pela relevância do tema e pela necessidade de consolidar um entendimento abrangente sobre as principais causas de falhas estruturais e as lições aprendidas a partir de colapsos notáveis (Vitório, 2021).

Na fase exploratória, foram identificadas e selecionadas publicações relevantes dos últimos 20 anos, incluindo estudos de casos emblemáticos, como o colapso do Viaduto Batalha dos Guararapes (Barbosa, 2021) e o Edifício Real Class (Santos, 2012 *apud* Garcia, 2011). Essas publicações foram escolhidas com base na relevância do tema e na qualidade dos dados apresentados. Além disso, foram consultadas normas técnicas cruciais para a segurança estrutural, como a NBR 6118 (ABNT, 2014) e a NBR 15575 (ABNT, 2013), para garantir que os aspectos regulamentares fossem adequadamente discutidos (Gouvêa & Gouvêa, 2017).

O levantamento das fontes foi conduzido por meio de bases de dados como Google Scholar, Scielo e periódicos especializados em engenharia civil, utilizando as seguintes palavras-chave: “durabilidade de estruturas”, “colapso estrutural”, “manifestações patológicas” e “segurança estrutural”. A partir dessas fontes, foram extraídos dados sobre as principais causas de colapsos estruturais, metodologias de avaliação de falhas e as medidas corretivas aplicadas em cada caso.

A abordagem descritiva permitiu uma análise detalhada dos acidentes selecionados, identificando padrões de falhas e relacionando-os às normativas vigentes e às práticas da engenharia civil. Para garantir a robustez do estudo, priorizou-se a inclusão de múltiplas fontes, corroborando as informações obtidas e validando as conclusões a partir de uma visão ampla do estado da arte (Arivabene, 2015). Essa triangulação de dados foi fundamental para identificar as principais falhas, sejam elas de projeto, execução ou manutenção, e para fornecer uma base sólida para as discussões apresentadas.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Principais causas de colapsos

O desenvolvimento frenético da construção civil, a fim de suprir a demanda cada vez crescente por edificações, sejam elas laborais, industriais ou habitacionais, estimulado pela modernização da sociedade, promoveu um grande salto científico e tecnológico (Arivabene, 2015 *apud* Ambrosio, 2004).

Contudo devido este crescimento extasiado da construção, muitas estruturas apresentam desempenho insatisfatório, em função de falhas involuntárias, imperícia, a má

utilização dos materiais empregados, envelhecimento natural, erros de projetos, ou outros fatores que favorecem a deterioração das estruturas (Arivabene, 2015).

Obras que são executadas sem a presença de profissionais capacitados, apresentam mais comumente manifestações patológicas. Contudo, obras erroneamente dimensionadas por engenheiros civis não estão isentas de vir ao desabamento. Um exemplo foi o colapso do Viaduto Batalha dos Guararapes, em Belo Horizonte (Figura 1), em 2014 durante sua fase de construção. O ocorrido teve duas mortes e 22 pessoas ficaram feridas. De acordo com a construtora responsável, teria sido resultado de falhas no projeto estrutural. Um perito apontou que o bloco de sustentação recebeu somente 1/10 da armação necessária (Barbosa, 2021).

Figura 1- Visão aérea do Viaduto Batalha dos Guararapes, em Belo Horizonte, no dia da queda.



Fonte: G1 (2024)

Outro episódio foi o caso do Edifício Real Class (Figura 2), localizado na cidade de Belém/PA. O edifício de 35 pavimentos, que estava em fase de acabamento, colapsou no dia 29 de janeiro de 2011, após uma forte chuva tropical com ventos que ultrapassaram 39 m/s (Ribeiro & Oliveira, 2018). Considerado um colapso abrupto, não foram observadas anomalias na estrutura antes de sua queda. O colapso fez três vítimas fatais: dois trabalhadores da obra e uma residente da vizinhança (Santos, 2012).

Figura 2- Vista do Edifício Real Class, em Belém antes do desabamento

Fonte: Mello (2011)

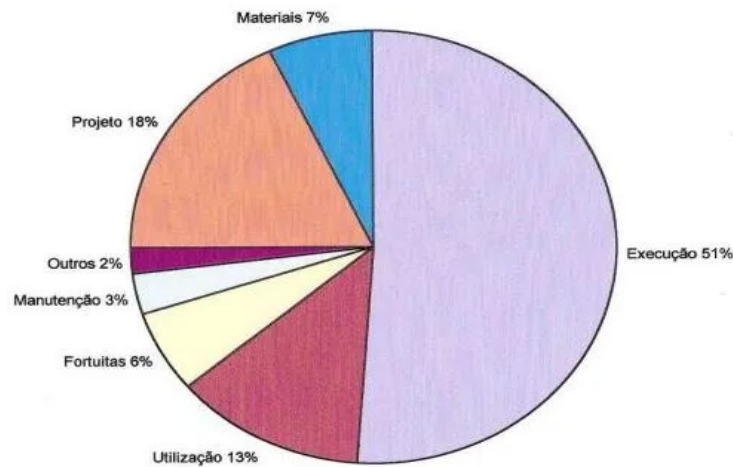
O laudo divulgado constatou que o declínio ocorreu devido a erros no projeto estrutural, uma vez que a estrutura ruiu após ser submetida a elevados carregamentos verticais e horizontais durante a chuva (Santos, 2012 *apud* Garcia, 2011). Alguns pilares, segundo a análise, apresentaram subdimensionamento, sem considerar a ação do vento sobre a estrutura. As análises feitas por especialistas comprovaram que o edifício apresentava grandes deslocamentos tanto para o Estado de Limite Último (ELU) quanto para o Estado Limite de Serviço (ELS). Conforme o parecer técnico, dos 25 pilares, somente 4 continham características geométricas capazes de atender ao dimensionamento para as solicitações prescritas normativamente (Ribeiro & Oliveira, 2018).

Outras inconformidades foram encontradas na edificação, como estribos de 4,20 mm, quando o recomendado pela NBR 6118 (2007) seria de 5 mm. As falhas no sistema estrutural geraram um erro na escolha do modelo matemático adotado na edificação, resultando no colapso da estrutura (Santos, 2012 *apud* Centro, 2011). Ao analisar profundamente o caso, conclui-se que o desrespeito às normativas causou danos e perdas irreparáveis que poderiam ter sido evitados.

O colapso de estruturas pode ser causado por diversos fatores, sejam eles falhas ou acidentes por situações adversas, como sinistros e cataclismos da natureza (Bomtempo, 2016), conforme o gráfico da figura 3.

Figura 3- Gráfico com as principais origens de patologias no Brasil

Incidência das Origens das Enfermidades no Brasil (Carmona)



Fonte: Silva e Jonov (2011).

O fator humano é responsável predominante nos acidentes e colapso em obras. Logo a atenção do perito engenheiro civil deve estar voltada, especialmente, para os erros ocasionados pelo homem. Visto que nenhuma atividade técnica, mesmo com auxílio de equipamentos mecânico, pode ser realizada sem interação humana (Vykopalová, 2013).

Os erros de execução são um lapso ou descuido cometido no decorrer ou no progresso de uma obra. Algumas falhas podem ocasionar em defeitos na estrutura, que podem leva-la ao colapso parcial ou total (Bomtempo, 2016).

Os erros de projetos são de difícil detecção. São cometidos na fase de concepção do projeto. Esses erros podem ser por subdimensionamentos, uma revisão inadequada ou mesmo pela falta dela, um erro de cálculo, visto que nessa fase são feitas grandes quantidades de cálculos (Bomtempo, 2016). Erros de projetos, podem levar uma estrutura ao colapso parcial ou total.

Alguns colapsos, como no caso do Edifício Pallace II (Figura 4), um edifício de 22 andares que desmoronou em 1998, decorrente de falhas de dimensionamento. Os pilares foram subdimensionados, segundo o laudo de perícia da época (Longo, 2016).

Figura 4- Implosão do Edifício Pallace II após os dois desmoronamentos.



Fonte: Revista do Creci-RJ (2018).

Para Vitório (2021), a deficiência de manutenção em estruturas ao longo dos anos, influência diretamente na vida útil das mesmas. A falta de manutenção pode ocasionar inúmeras patologias, que se não reparadas podem levar a um declínio estrutural.

Principais aspectos da Norma NBR 15575 e NBR 6118 para garantia de segurança das estruturas

Nos dias atuais, a ascensão da tecnologia tem proporcionado níveis elevados de conforto arquitetônico. Existem inúmeros tipos de materiais de construção para os mais variados fins desejados. Diante disso, uma edificação não deve mais apenas atender à função de abrigo, mas também precisa cumprir padrões mínimos previstos por normas regulamentadoras, garantindo a qualidade da habitação e a vida útil da estrutura. As Normas Brasileiras NBR 6118 (ABNT, 2014) e NBR 15575 (ABNT, 2013) foram estabelecidas para assegurar esses padrões mínimos. A primeira norma estabelece os requisitos para construção em estrutura de concreto armado, enquanto a segunda define os critérios mínimos de desempenho das edificações (Vieira & Silva, 2019).

Desde sua homologação, a NBR 15575 (ABNT, 2013), conhecida como Norma de Desempenho, fomentou mudanças na construção civil, elevando os parâmetros de qualidade para a construção e concepção das edificações habitacionais, contribuindo para o aumento do nível de qualidade das mesmas (Lorenzi & Filho, 2015). A Norma de Desempenho introduziu o conceito de desempenho nas fases de projeto e execução, incentivando os profissionais a garantirem uma performance satisfatória da estrutura ao longo de sua vida útil (Lorenzi & Filho, 2015).

A estrutura é uma das partes mais importantes de uma edificação, responsável pela distribuição das cargas atuantes, desde a cobertura até sua dissipação no solo, por meio das fundações. É composta por elementos estruturais, como lajes, vigas e pilares, que devem ser distribuídos de acordo com a utilização da edificação e os padrões de qualidade exigidos pelas normativas, atendendo aos critérios de resistência, durabilidade e

desempenho. A ABNT NBR 6118:2014 tem como objetivo estipular as premissas básicas para os projetos de estruturas de concreto simples, armado e protendido, avaliando o estado limite último (ELU) e o estado limite de serviço (ELS) (Gouvêa & Gouvêa, 2017).

Atender aos estados limites estabelecidos pelas diretrizes normativas é de suma importância para o dimensionamento de quaisquer estruturas. Em alguns casos, quando ocorrem erros nos dimensionamentos do projeto estrutural, as estruturas acabam não atendendo a esses limites, como no caso do Edifício Real Class, localizado na cidade de Belém/PA, citado anteriormente.

Logo, as diretrizes estabelecidas pelas normas NBR 6118 e NBR 15575 são fundamentais para garantir a qualidade e a segurança das construções civis. Essas normativas não apenas asseguram a resistência e a durabilidade das estruturas, mas também garantem que elas desempenhem adequadamente suas funções ao longo de sua vida útil. A adesão rigorosa a essas normas é essencial para prevenir falhas estruturais e evitar tragédias, destacando a importância para assegurar a integridade e o bem-estar dos ocupantes das edificações.

Análise suplementar de casos e corroboração das causas em colapsos estruturais

As normas e regulamentações que ditam o desempenho das edificações são imprescindíveis, pois atualmente as grandes metrópoles se destacam pelos inúmeros “arranha-céus” que as compõem. Diante disto, percebe-se que por muitas das grandes cidades serem centenárias, muitos desses edifícios tem uma idade estrutural bem avançada, em alguns casos excedendo a vida útil de projeto. Todavia, algumas dessas edificações acabam não recebendo as manutenções necessárias, o que contribui para uma deterioração precoce (Monteiro *et al.*, 2019 *apud* Vieira, 2015).

A ausência de vistoria e reparos nas construções prediais, ou manutenções mal executadas, elevam a probabilidade de incidentes que podem ocasionar colapsos estruturais totais. Esses incidentes afetam os residentes e até residências vizinhas, e em casos mais graves, na perda de vidas humanas (Monteiro *et al.*, 2019 *apud* Oliveira, 2013).

O declínio do Edifício Andrea (Figura 5) que se localizava em Fortaleza/CE, é um exemplo claro de como a falta de manutenções adequadas podem afetar as construções. A edificação construída em 1975, veio abaixo em 15 de outubro de 2019, durante uma intervenção inadequada, que tinha a finalidade de corrigir problemas de corrosão das armaduras dos pilares (Monteiro *et al.*, 2019).

Figura 5 - Edifício Andréa antes do desabamento

Fonte: Santos e Andrade (2023) apud Laudo Pericial PEFOCE 2019.0041188, (2019, p. 548)

É comum que prédios mais antigos requeiram mais manutenções, ou reformas para atender a estética ou necessidade dos usuários. Para que os imóveis se conservem em pleno desempenho deve ser submetidos a procedimentos regulares de inspeção, a fim de localizar e eliminar possíveis patologias, contribuindo assim, para o prolongamento da sua vida útil (Barros, 2021 *apud* Silva, 2015).

Obras de engenharia são projetadas para serem duráveis, com tempo de vida útil estabelecido por norma. Diante disto, é normal que os processos de construção e concepção das estruturas mudem, gerando uma necessidade de adequação nas outras edificações já existentes e de reformas. Essas modificações, principalmente em edificações antigas, precisam de um acompanhamento de um profissional especializado, pois qualquer alteração, sem um estudo prévio, pode causar sérios danos estruturais. Um exemplo foi o caso do Edifício Liberdade (Figura 6), no Rio de Janeiro/RJ, edificação construída em 1940 com 20 pavimentos, que veio abaixo em 2012 após a remoção indevida de um pilar no 9º pavimento durante uma reforma (Barreto, 2022). Apesar de o laudo apontar outras possíveis causas.

Figura 6- Edifício Liberdade antes do desabamento em 2009 (esq.) e após do desmoronamento em 2016



Fonte: Caribé/G1 e Tabak/G1 (2006/2016)

Outro caso de declínio estrutural que gerou inúmeros questionamentos foi o do Edifício Areia Branca (Figura 7), em Recife/PE. O mesmo foi inaugurado em 1979, contendo 12 pavimentos, sua derrocada aconteceu em 14 de outubro de 2004, após a ruptura de seus pilares. Segundo o laudo técnico (2005), o rompimento se deu por diversas fatores que variam desde a má execução do mesmo até a exposição excessiva à umidade. O acidente acarretou inúmeros questionamentos e movimentação na comunidade da construção civil a fim de evitar novos desastres (Santiago, 2014).

Figura 7- Edifício Areia Branca após o desabamento.



Fonte: Diário de Pernambuco (2014)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os casos de colapsos estruturais analisados ao longo deste estudo revelam um conjunto de lições fundamentais para o campo da engenharia civil. A primeira lição é a necessidade imperativa de respeitar as normativas vigentes, como as diretrizes da NBR 6118 (ABNT, 2014) e NBR 15575 (ABNT, 2013), que estabelecem parâmetros mínimos de segurança e durabilidade das estruturas. A adesão a essas normas é essencial para garantir que as edificações sejam projetadas e executadas dentro dos critérios técnicos que assegurem sua integridade ao longo do tempo (Gouvêa & Gouvêa, 2017).

Além disso, a análise dos acidentes mostra que a negligência com a manutenção periódica das estruturas desempenha um papel central em muitos colapsos, como no caso do Edifício Andrea, em Fortaleza, onde a falta de inspeções adequadas levou à degradação dos pilares, resultando em uma tragédia evitável (Monteiro *et al.*, 2019). Este cenário evidencia que a ausência de manutenções apropriadas em edificações, especialmente nas mais antigas, aumenta consideravelmente o risco de falhas catastróficas (Barros, 2021 *apud* Silva, 2015).

No entanto, mesmo com o avanço das normativas e tecnologias de construção, os erros humanos ainda são os principais responsáveis por colapsos estruturais, seja na fase de projeto ou de execução. O caso do Viaduto Batalha dos Guararapes, em Belo Horizonte, exemplifica como uma falha de dimensionamento no projeto resultou em perda de vidas humanas (Barbosa, 2021). Esses exemplos reforçam a necessidade de maior rigor técnico na concepção dos projetos e na fiscalização das obras, pois falhas humanas, seja por imperícia ou negligência, continuam a ser um fator determinante em acidentes graves (Vykopalová, 2013).

Crucialmente, cabe destacar a influência de fatores externos, como a pressão econômica e a falta de fiscalização eficiente, que frequentemente levam à má execução de projetos e à subestimação de materiais e cargas. Em muitos casos, como no Edifício Real Class, erros graves no dimensionamento dos pilares poderiam ter sido evitados com revisões mais criteriosas e o devido cumprimento das normas técnicas (Santos, 2012 *apud* Garcia, 2011). O desrespeito às normas, muitas vezes motivado por cortes de custos, destaca o desafio de conciliar a realidade econômica das obras com os padrões de segurança exigidos.

Infere-se, portanto, que, as lições aprendidas com esses colapsos sirvam como alerta para a importância de uma cultura de segurança mais robusta e de uma fiscalização mais efetiva no setor da construção civil. A prevenção de desastres estruturais passa por uma abordagem multidisciplinar, envolvendo não só engenheiros e construtores, mas também órgãos reguladores, que devem garantir a correta aplicação das normas e a realização de inspeções periódicas em edificações de alto risco (Alves, 2021). Apenas assim será possível evitar tragédias e assegurar a integridade das futuras gerações de edificações.

REFERÊNCIAS

Alves, E. F. Norma de desempenho NBR 15.575: **Durabilidade e manutenibilidade. Inteligência Urbana.** 2021. Disponível em: <https://www.inteligenciaurbana.org/2021/10/normadesempenhonbr15575durabilidade-manutenibilidade.html>. Acessado em 15 de abril de 2024.

Arivabene, A. C. **Patologias em estruturas de concreto armado: Estudo de caso.** **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 3, n. 10, 2015. Disponível em: chromeextension://efaidnbmninnibpcajpcgclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50485637/antonio-cesararivabene14121142libre.pdf?1479847774=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DPatologias_em_Estruturas_de_Concreto_Arm.pdf&Expires=1728604465&Signature=ZS3jM3LOah2uRZwkRpnEV2qdluzhC6WDXUcULeaEV~EvkRCX8lbt6yO3mVxma6dfM16nhe90V6emcpfyPfiGf5k9YGT80NipID4JERNnrG2xvN7joh0z1zWKL1yjfuoXByptmq1z7k6FcRA8qO~~7TMIR7m855wNOu2jBjxt5wXtWaf7~tM8QiBMZtKGpfgDK5wrPGryEmVITeYzzi9mmzRAAdj3VSHVqk~lb9tETotNb5zbr41cB5WSStlpy6pLF1q~M8ssmcnDTXjU90jW2MR8PnHqQT~~~0jw0YR8ibtQqvMEXSpAYQOuUwK1TNYEwdfM5rt9LPT939uyd~xTw__&KeyPairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acessado em 19 de abril de 2024.

Barbosa, F. J. **Projeto Arquitetônico, Elétrico, Hidrossanitário E Estrutural De Uma Residência Unifamiliar.** 2021.p 99. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Fundação Educacional de Ituverava. Ituverava-SP .2021.Disponível em: / <https://repositorio.feituverava.com.br/items/996e9a05-1277-4fda-854a-051769a795ad>. Acessado 21 de setembro de 2024.

Barreto, M. C. **Análise da redistribuição dos esforços em elementos estruturais de um edifício de múltiplos pavimentos mediante a possibilidade da ocorrência de colapso progressivo.** Jataí-GO, 2022. 74p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). IFG: Jataí -GO, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/958>. Acessado em 07 de outubro de 2024.

Barros, D. F. **Inspeção predial: estudo de caso em uma edificação localizada na cidade de Fortaleza-CE.** 2021. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Russas, 2021. Disponível em <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/59347> . Acessado em 30 de setembro de 2024.

Bauer, L.A.F., **Materiais de Construção.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000. 1 v. 471 p.

Bomtempo, T. B. S. Engenharia Civil Forense: Principais Causas De Incidentes Em Obras De Engenharia Civil E Procedimentos De Investigação. **Acta de Ciências e Saúde.** Brasília.2016. Disponível em:<https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/viewFile/137/127>. Acessado em 19 de abril 2024.

Diário De Pernambuco. Uma ferida ainda não cicatrizada. **Diário de Pernambuco.** Pernambuco, 13 de out. de 2014.Fotografia. Disponível em: <http://www.impresso.diariodepernambuco.com.br/noticia/cadernos/vidaurbana/2014/10/um-a-ferida-ainda-nao-cicatrizada.html>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Gouvêa, S. D. R.; Gouvêa, Y. R. S. **Estudo Da Limitação Da Profundidade Da Linha Neutra Inserida Na ABNT NBR 6118 Em 2003 E Alterada Em 2014.**2017. Artigo (trabalho de Conclusão de Curso). Faculdades Integradas De Caratinga. Caratinga, Minas Gerais.

Disponível em <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/443>. Acessado em 10 de outubro de 2024.

Helene, P. R. L. Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto. **Ambiente Construído**, v. 1, n. 2, p. 45-57, 1997. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3355/1808>. Acessado em 20 de setembro de 2024.

Lima, D. M S., Vieira, R.B. Estudos em edificações de estruturas de concreto armado construídas em desacordo com a norma ABNT NBR 6118/2014. **Perquirere**, v. 4, n. 16, p. 149-164, 2019. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3186> . Acessado em 11 de setembro de 2024.

Longo, H. I. A qualificação do engenheiro para avaliar projetos de estruturas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 1, 2016. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/381>. Acessado em 22 de setembro de 2024.

Lorenzi, L. S.; Silva Filho, L. C. P. Análise de desempenho de paredes de concreto armado frente a ABNT NBR 15575. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. N 57 2015. **Anais**. ResearchGate.2015. Disponível em : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://www.researchgate.net/profile/LucianiLorenzi/publication/290435101_Analise_de_desempenho_de_paredes_de_concreto_armado_frente_a_ABNT_NBR_15575/links/5697e04808aec79ee32b59b7/Analise-de-desempenho-de-paredes-de-concreto-armado-frente-a-ABNT-NBR-15575.pdf . Acessado em 22 de setembro 2024.

Mello, G. C.. **Desabamento de Prédio em Belém expõe risco da construção civil nas cidades**. [Online]. 2011. Fotografia. Disponível em: <https://www.correcta.com.br/bloggustavo/tag/predio-desaba/>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Monteiro, A. A. Silva, K.T., Monteiro, A.M, Bezerra, J.P. Inspeção Predial: Perspectivas Atuais E Futuras Diante Do Cenário De Colapsos Estruturais Ocorridos Na Cidade De Fortaleza/Ce Em 2019. In: Congresso Brasileiro De Patologia Das Construções – CBPAT. 2020. Fortaleza-CE. **Anais**. ResearchGate, 2020. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://www.researchgate.net/profile/drianoAntunesMonteiro/publication/343328975_building_inspection_current_and_future_perspectives_in_the_face_of_the_scenario_of_structural_collapses_occurring_in_the_city_of_fortalezace_in_2019/links/5fb46827a6fdcc9ae05ee31d/buildinginspectioncurrentandfuture-perspectives-inthefaceofthescenarioofstructuralcollapses-occurring-in-the-city-of-fortaleza-ce-in-2019.pdf. Acessado em 08 de outubro de 2024.

Morais, L.S.P.; Carvalho, M.A.; Diniz, R.M.C.S. Desabamento Em Ponte Metálica Em Bacabal, Maranhão: as causas e possíveis soluções. **Revista de Estudos Multidisciplinares**, São Luís, v. 3, n. 1 ,2023. Disponível

em:<https://periodicos.undb.edu.br/index.php/rem/article/view/82/95>. Acessado em 16 de fevereiro de 2024.

Oliveira, R. A. *et al.* **Lauda Técnico: Causas do Desabamento do Edifício Areia Branca, Piedade. Volume 1.** CREA-PE, Recife, 2005.

revista Do Creci. 20 Anos do desabamento do Palace II. **Revista Do Creci- RJ**, 2018. Fotografia. Disponível em: <https://portalemfoco.com.br/20-anos-do-desabamento-do-palace-ii/>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Ribeiro, R. J. C.; Oliveira, D. R. C. O colapso do edifício Real Class. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 11, p. 357-388, 2018. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/riem/a/NYkmQV8B3ryDKJnWpWmL7kk/?lang=pt#>. Acessado em 30 de setembro de 2024.

Salgado, R. Queda de viaduto em BH completa 10 anos sem nenhuma pena cumprida. **G1 Minas**, Belo Horizonte, 07 jul. 2024. Reprodução/TV Globo. [Online]. Disponível em : <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2024/07/03/queda-de-viaduto-em-bh-completa-10-anos-sem-nenhuma-pena-cumprida.ghtml>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Santiago, J. E. D. e Silva, A. P. **Acidentes estruturais na construção civil.** 2014. Monografias (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9Y6JUY>. Acessado em 08 de outubro de 2024.

Tabak, B. Caribé, J. C.R . Foto do Edifício Liberdade antes do desabamento em 2009 (esq.) e após do desmoronamento em 2016. **G1 Rio**. 2022. Fotografia. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/01/25/edificio-liberdade-10-anos-depois-sem-indenizacao-ou-pensoes-parentes-de-vitimas-seguem-lutando-por-justica.ghtml>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Santos, R. A. dos; Andrade, V. M. de. A responsabilidade civil do profissional de engenharia frente às atividades por ele realizados. **Seven Editora**, [S. l.], 2023. Fotografia. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/2842>. Acesso em: 14 outubro 2024.

Santos, M. A. T. R. **Estudo de viabilidade de edifícios em concreto armado projetados para permitir a ruptura de qualquer dos seus pilares na base.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/57#preview-link0>. Acessado em 09 de outubro de 2024.

Silva A. P., Jonov C.M.P. **Curso de especialização em construção civil.** Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2011. (Notas de Aula). Fotografia. Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf>. Acessado em 14 de outubro de 2024.

Souza, E. G. e Pinheiro, L. M. Colapso de edifício por ruptura das estacas: estudo das causas. 2003, **Anais eletrônicos....** São Paulo: EPUSP, 2003. Disponível em: http://sistemas.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2003ME_EduardoGimenezdeSouza.pdf. Acessado em 16 de fevereiro 2024.

Vitório, J.A.P. Uma análise das Falhas Estruturais em Obras de Arte Especiais. In :Congresso Brasileiro De Pontes E Estruturas, 12,2 2021. **Resumos eletrônicos....** Pernambuco, Universidade do Pernambuco. 2021. Disponível em: https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Analise_Falhas_Estruturais_Obras_Arte_Especiais.pdf. Acessado em 15 de fevereiro 2024.

Vykopalová, H. Analysis of Structural Failures and Their Causes. In: **Proceedings** of the International Conference on Advances in Structural Engineering. Prague: Czech Technical University, 2013. p. 35-42.