

**INFLUÊNCIA DO PROJETO ARQUITETÔNICO NA OCORRÊNCIA DE
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES DESTINADAS A
MAQUINÁRIOS PESADOS.****INFLUENCE OF ARCHITECTURAL DESIGN ON THE OCCURRENCE OF
PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN BUILDINGS INTENDED FOR HEAVY
MACHINERY.****INFLUENCIA DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN LA APARICIÓN DE
MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS EN EDIFICIOS DESTINADOS A
MAQUINARIA PESADA.****Bruna Lorenzatto Pagnussat¹ e Francieli Tiecher Bonsembiante²**

¹Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo, Escola Politécnica, ATITUS Educação, Passo Fundo/RS, Brasil. brunapagnussat@hotmail.com

²Engenheira Civil, Docente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Arquitetura e Urbanismo, Escola Politécnica, ATITUS Educação, Passo Fundo/RS, Brasil. francieli.bonsembiante@atitus.edu.br

Resumo: A presente pesquisa aborda o estudo de manifestações patológicas em edificações destinadas a maquinários pesados, investigando a influência das decisões de projeto arquitetônico em sua ocorrência e mitigação. O contexto da pesquisa engloba edificações do setor agroindustrial e metalmeccânico brasileiro, cuja integridade estrutural é fundamental para a segurança e a continuidade operacional. O problema central reside na observação de que muitas dessas edificações estratégicas apresentam baixa funcionalidade e anomalias construtivas, frequentemente associadas a falhas de concepção. A metodologia adotada se estrutura em pesquisa de campo para mapear e classificar as edificações existentes. A análise crítica subsequente mostrou que existem falhas de implantação e detalhamento que implicam na ocorrência de manifestações patológicas, sendo as principais fissuras estruturais e de vedação, corrosão de armaduras, recalques diferenciais de fundações, descolamento de revestimentos e problemas de infiltração. A discussão evidencia que a negligência em relação às cargas dinâmicas e vibrações geradas pelos equipamentos constitui causa frequente dessas patologias. O trabalho conclui que decisões relacionadas à implantação, escolha de materiais, detalhamento construtivo e consideração adequada das cargas atuantes são fundamentais para a durabilidade dessas estruturas. Como contribuição, apresentam-se diretrizes de projeto que abordam a caracterização de cargas dinâmicas, dimensionamento estrutural considerando efeitos de vibração, projeto de fundações adequadas, especificação de materiais resistentes e sistemas eficientes de drenagem e impermeabilização, visando prevenir falhas, aumentar a vida útil e reduzir custos de manutenção.

Palavras chave: Manifestações Patológicas. Edificações Industriais. Projeto Arquitetônico.

Abstract: This research addresses the study of pathological manifestations in buildings intended for heavy machinery, investigating the influence of architectural design decisions on their occurrence and mitigation. The research context encompasses buildings in the Brazilian agro-industrial and metal-mechanical sectors, whose structural integrity is fundamental for safety and operational continuity. The central problem lies in the

observation that many of these strategic buildings present low functionality and constructive anomalies, frequently associated with design flaws. The methodology adopted is structured around field research to map and classify existing buildings. The subsequent critical analysis showed that there are implementation and detailing flaws that imply the occurrence of pathological manifestations, the main ones being structural and sealing cracks, reinforcement corrosion, differential foundation settlement, detachment of coatings, and infiltration problems. The discussion highlights that negligence regarding the dynamic loads and vibrations generated by the equipment is a frequent cause of these pathologies. This work concludes that decisions related to implementation, material selection, construction detailing, and proper consideration of acting loads are fundamental to the durability of these structures. As a contribution, design guidelines are presented that address the characterization of dynamic loads, structural dimensioning considering vibration effects, design of appropriate foundations, specification of resistant materials, and efficient drainage and waterproofing systems, aiming to prevent failures, increase service life, and reduce maintenance costs.

Keywords: Pathological Manifestations. Industrial Buildings. Architectural Design.

Resumen: Esta investigación aborda el estudio de las manifestaciones patológicas en edificios destinados a maquinaria pesada, investigando la influencia de las decisiones de diseño arquitectónico en su aparición y mitigación. El contexto de la investigación abarca edificios de los sectores agroindustrial y metalmecánico brasileños, cuya integridad estructural es fundamental para la seguridad y la continuidad operativa. El problema central radica en la observación de que muchos de estos edificios estratégicos presentan baja funcionalidad y anomalías constructivas, frecuentemente asociadas a fallas de diseño. La metodología adoptada se estructura en torno a la investigación de campo para mapear y clasificar los edificios existentes. El análisis crítico posterior mostró que existen fallas de implementación y detalle que implican la aparición de manifestaciones patológicas, siendo las principales grietas estructurales y de sellado, corrosión del refuerzo, asentamiento diferencial de la cimentación, desprendimiento de recubrimientos y problemas de infiltración. La discusión destaca que la negligencia con respecto a las cargas dinámicas y vibraciones generadas por el equipo es una causa frecuente de estas patologías. El trabajo concluye que las decisiones relacionadas con la implementación, la elección de materiales, el detalle constructivo y la consideración adecuada de las cargas actuantes son fundamentales para la durabilidad de estas estructuras. Como contribución, se presentan directrices de diseño que abordan la caracterización de cargas dinámicas, el dimensionamiento estructural considerando los efectos de la vibración, el diseño de cimentaciones adecuadas, la especificación de materiales resistentes y sistemas eficientes de drenaje e impermeabilización, con el objetivo de prevenir fallas, aumentar la vida útil y reducir los costos de mantenimiento.

Palabras clave: Manifestaciones Patológicas. Edificios Industriales. Diseño Arquitectónico.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos principais produtores agrícolas mundiais, com o agronegócio representando aproximadamente 23% do Produto Interno Bruto nacional e sendo responsável por significativa parcela das exportações do país (CNA, 2024). Essa posição de destaque se sustenta não apenas pela extensão territorial e condições climáticas favoráveis, mas também pela crescente mecanização e industrialização do setor. Neste contexto, as edificações destinadas à produção e manutenção de maquinários agrícolas assumem papel estratégico, abrigando equipamentos de alto valor agregado e viabilizando a continuidade das atividades produtivas.

A integridade estrutural dessas construções é fundamental tanto para a segurança dos trabalhadores quanto para a preservação dos equipamentos e a eficiência operacional das empresas. Contudo,

observa-se que muitas dessas edificações apresentam manifestações patológicas que comprometem seu desempenho e durabilidade, frequentemente associadas a decisões inadequadas tomadas durante a fase de projeto. Neste sentido, investigar a relação entre as decisões de projeto arquitetônico e a ocorrência de patologias nessas edificações constitui uma contribuição relevante para a qualidade do ambiente construído no setor agroindustrial brasileiro.

Estudos sobre a durabilidade desse tipo de edificação revelam a necessidade de uma análise estrutural em primeiro momento, mas também a avaliação dos subsistemas existentes, como vedações, pisos, entre outros (CANDEIAS, 2012; CARDOSO, 2015). Veiga (2016) cita, inclusive, que para a análise das estruturas de pavilhões é indicado o uso de métodos de análise robustos, como o método de elementos finitos.

O surgimento de uma manifestação patológica pode ser decorrente de inúmeros fatores, causas simples ou combinadas, que ocorrem em uma das etapas do ciclo de vida da edificação, podendo-se citar planejamento, projeto executivo, fabricação fora do canteiro, execução e uso (BOLINA et al., 2019). Sob esse aspecto, o processo do projeto é uma das etapas mais importantes, pois é nela que podem ser identificados precocemente possíveis problemas, tendo-se a possibilidade de decisões preventivas, o que, resulta em um produto de qualidade com custo reduzido. Com a crescente expansão da indústria e as exigências cada vez maiores dos consumidores por qualidade e prazo, projetar edificações industriais é um desafio contínuo para arquitetos e engenheiros civis.

Segundo Possan e Demoliner (2013), além do projeto, a execução, a seleção dos materiais, a caracterização do ambiente de exposição e as estratégias de manutenção e reparo são de suma importância para a garantia de durabilidade de uma estrutura ou componente, e consequentemente, sua vida útil. Qualquer negligência em relação a estes aspectos torna o desempenho das mesmas insatisfatório. Ao mesmo tempo, Pereira (2020) ressalta a importância de estratégias de manutenção preventiva.

No Brasil, conforme Bolina et al. (2019), o desempenho definido em projeto deve ser preservado durante o período de uso da edificação. Nas edificações habitacionais, esse período de tempo é estabelecido pela NBR 15575 (ABNT, 2013), também conhecida como norma de desempenho. A vida útil de projeto (VUP) não define o período no qual a edificação poderá ser utilizada ou permanecerá íntegra, trata-se de um período temporal teórico mínimo, em que se espera que sejam atendidos os requisitos de desempenho estabelecidos no projeto e varia de acordo com o subsistema analisado. Por exemplo, para sistemas estruturais a VUP é de 50 anos.

Edificações destinadas a abrigar máquinas agrícolas pesadas enfrentam condições de serviço severas, que as tornam vulneráveis. O ambiente operacional é caracterizado por fatores agressivos, como vibrações constantes de motores, altas cargas dinâmicas e potenciais impactos mecânicos podem comprometer a integridade estrutural (ICA/PROCOBRE, 2018). Além dos fatores apontados, surgem fissuras, decorrentes das trepidações, as quais não apenas comprometem a integridade dos materiais, mas também servem como porta de entrada para umidade e outros agentes agressivos, acelerando outros processos patológicos, como a corrosão das armaduras (LODI, 2018).

Com base no problema identificado o objetivo geral deste trabalho é discutir criticamente a relação entre as decisões de projeto arquitetônico e a ocorrência de manifestações patológicas em edificações

destinadas a maquinários de grande porte, visando identificar estratégias para prevenção e mitigação dessas anomalias.

2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS

As manifestações patológicas em edificações constituem apontam processos de degradação das construções, interferindo na qualidade de vida dos usuários. Segundo Bolina et al. (2019), as patologias das edificações podem ser definidas como o conjunto de anomalias que afetam o desempenho e a durabilidade, comprometendo sua funcionalidade, segurança e vida útil.

A origem das manifestações patológicas é multifatorial e pode estar relacionada a diferentes etapas do ciclo de vida da edificação. Bolina et al. (2019) classificam as causas das patologias em cinco categorias principais: falhas de planejamento, falhas de projeto executivo, falhas na fabricação de materiais fora do canteiro, falhas de execução e falhas decorrentes do uso inadequado. Esta classificação evidencia que as anomalias construtivas não se restringem a problemas de execução, mas podem ter sua origem já na fase de concepção do projeto.

No contexto das edificações industriais, particularmente aquelas destinadas a abrigar maquinários pesados, as manifestações patológicas assumem características específicas. Sehnem (2014) destaca que os pavilhões industriais apresentam particularidades construtivas que os diferenciam das edificações convencionais, como grandes vãos livres, estruturas metálicas ou pré-moldadas, e a necessidade de suportar cargas concentradas e dinâmicas. Estas características tornam essas estruturas mais suscetíveis a determinados tipos de patologias, especialmente aquelas relacionadas a deformações excessivas, fissuração e problemas de fundação.

Oliveira (2023), avaliando uma edificação industrial antiga, identificou que os problemas mais recorrentes neste tipo de construção incluem fissuras em elementos estruturais e de vedação, corrosão de armaduras, eflorescência, deslocamento de revestimentos e problemas de infiltração. O estudo ressalta que muitas dessas manifestações estão diretamente relacionadas a decisões tomadas na fase de projeto, como a escolha inadequada de materiais, o subdimensionamento de elementos estruturais e a falta de detalhamento de sistemas de drenagem e impermeabilização.

Lodi (2018) explica que a corrosão é um processo eletroquímico que resulta na deterioração do aço, causando expansão volumétrica e consequente fissuração e deslocamento do concreto de cobrimento. Em edificações industriais, este processo pode ser acelerado pela presença de agentes agressivos no ambiente, como a presença de poluentes tóxicos em maior concentração, umidade elevada e variações térmicas significativas.

As fissuras representam outro tipo comum de manifestação patológica, podendo ter diversas origens. Porto e Fernandes (2015) classificam as fissuras de acordo com sua causa em: fissuras por sobrecarga, fissuras por recalque diferencial de fundações, fissuras por retração do concreto, fissuras por variação térmica e fissuras por reações químicas expansivas. Em edificações para maquinários pesados, as fissuras por sobrecarga e por vibrações são particularmente relevantes, uma vez que os equipamentos geram cargas dinâmicas e vibrações constantes que podem não ter sido adequadamente consideradas no projeto estrutural.

Os problemas de fundação constituem uma categoria crítica de manifestações patológicas, especialmente em edificações industriais. Milititsky et al. (2015) destacam que as patologias das

fundações podem resultar em recalques diferenciais, comprometendo a integridade de toda a superestrutura. Em edificações que abrigam maquinários pesados, a correta avaliação das cargas e a escolha adequada do tipo de fundação são fundamentais para evitar problemas futuros. Os autores ressaltam que muitas patologias de fundação têm origem em investigações geotécnicas insuficientes ou em projetos que não consideraram adequadamente as características do solo e as cargas atuantes.

Chama-se eflorescência os depósitos salinos na superfície dos materiais de uma edificação, resultante da migração de água através dos poros do material, carregando sais solúveis que cristalizam na superfície quando a água evapora. Esta manifestação indica problemas de umidade e pode ser um indicativo de falhas nos sistemas de impermeabilização ou drenagem (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Costa e Amorim (2017) destacam a importância de técnicas eficientes de inspeção para a identificação e caracterização de manifestações patológicas. Os autores utilizaram termografia infravermelha para análise de patologias em uma edificação prisional, demonstrando que esta técnica permite identificar problemas não visíveis a olho nu, como infiltrações ocultas, descolamento de revestimentos e pontos de concentração de umidade. A aplicação de tecnologias de inspeção avançadas é particularmente relevante em edificações industriais de grande porte, onde a inspeção visual convencional pode ser insuficiente.

Barros et al. (2021) analisaram manifestações patológicas recorrentes em imóveis modernistas, identificando que muitas das patologias observadas estavam relacionadas a decisões de projeto que priorizaram aspectos estéticos em detrimento de considerações técnicas de durabilidade e manutenibilidade. Esta constatação reforça a importância de uma abordagem integrada no projeto arquitetônico, que considere simultaneamente aspectos funcionais, estéticos e de desempenho ao longo do tempo.

Teles (2019) aplicou a metodologia GDE/UnB (Grau de Deterioração da Estrutura, desenvolvida pela Universidade de Brasília) para análise de estruturas de concreto armado. Esta metodologia permite avaliar o estado de conservação de estruturas de forma sistemática e quantitativa, atribuindo graus de deterioração a diferentes elementos e calculando um índice global de deterioração da estrutura.

No contexto específico de edificações para maquinários pesados, é fundamental considerar as particularidades das cargas atuantes. Diferentemente das edificações convencionais, onde as cargas são predominantemente estáticas e uniformemente distribuídas, as edificações industriais estão sujeitas a cargas concentradas, cargas móveis e, principalmente, cargas dinâmicas resultantes do funcionamento dos equipamentos. Estas cargas dinâmicas geram vibrações que podem induzir fadiga nos materiais, amplificar deformações e acelerar processos de degradação.

A fadiga é um fenômeno particularmente relevante em estruturas submetidas a cargas cíclicas. Trata-se de um processo de degradação progressiva que pode levar à ruptura do material mesmo sob tensões inferiores à sua resistência estática. Em edificações para maquinários pesados, onde os equipamentos operam continuamente gerando vibrações, a fadiga pode afetar tanto elementos estruturais quanto elementos de vedação e acabamento, resultando em fissuras, descolamentos e outras manifestações patológicas (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

A eficiência energética é outro aspecto relevante no contexto das edificações industriais. Diniz et al. (2023) discutem a eficiência energética em indústrias de máquinas pesadas, propondo a utilização de energia alternativa. Os autores destacam que edificações industriais mal projetadas podem resultar em consumo energético excessivo, impactando negativamente a sustentabilidade econômica e ambiental das operações. Aspectos como orientação solar, ventilação natural, isolamento térmico e aproveitamento de iluminação natural devem ser considerados no projeto arquitetônico, contribuindo para a eficiência energética, para o conforto e, também para a prevenção de manifestações patológicas.

3. DECISÕES DE PROJETO E AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A fase de projeto é reconhecidamente uma das etapas mais críticas do processo construtivo, pois é nela que são tomadas decisões fundamentais que influenciarão o desempenho da edificação ao longo de toda sua vida útil. No contexto de edificações destinadas a maquinários pesados, as decisões de projeto assumem importância ainda maior, dada a complexidade das solicitações a que essas estruturas estão submetidas.

Bolina et al. (2019) afirmam que uma parcela significativa das manifestações patológicas observadas em edificações tem sua origem em falhas de projeto. Os autores destacam que erros de concepção, dimensionamento inadequado, especificação incorreta de materiais e falta de detalhamento construtivo são causas frequentes de patologias que se manifestam durante o uso da edificação. Esta constatação reforça a necessidade de uma abordagem cuidadosa e abrangente na fase de projeto, considerando não apenas os aspectos estruturais, mas também os aspectos funcionais, ambientais e de manutenibilidade.

No contexto das decisões de projeto, os aspectos principais a serem mencionados são:

- Implantação: trata-se de uma decisão de projeto que pode ter impacto significativo na ocorrência de manifestações patológicas, tendo em vista que a escolha inadequada da localização pode expor a edificação a condições ambientais desfavoráveis, como umidade excessiva, insolação intensa ou ventos predominantes carregados de agentes agressivos. Além disso, a implantação deve considerar as características geotécnicas do terreno, evitando áreas com solos problemáticos ou com risco de instabilidade (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015);
- Forma da edificação: formas complexas, com múltiplas reentrâncias e saliências, tendem a apresentar maior número de pontos críticos onde podem ocorrer concentrações de tensões, problemas de drenagem ou dificuldades de manutenção. Em edificações industriais, a forma deve ser definida considerando primordialmente os requisitos funcionais, mas sem negligenciar aspectos de desempenho estrutural e durabilidade (VEIGA 2016);
- Escolha dos materiais: segundo Possan e Demoliner (2013) a seleção de materiais deve considerar não apenas suas propriedades mecânicas, mas também sua compatibilidade com o ambiente de exposição e com os demais materiais utilizados na construção. Em edificações para maquinários pesados, onde o ambiente pode ser agressivo devido à presença de óleos, graxas, produtos químicos e umidade, a escolha de materiais resistentes e duráveis é essencial;

- Detalhamento construtivo: detalhes mal resolvidos ou insuficientemente especificados podem resultar em execução inadequada e consequente surgimento de patologias. Porto e Fernandes (2015) destacam a importância do detalhamento de juntas de dilatação, sistemas de drenagem, impermeabilização e proteção de elementos estruturais;
- Consideração adequada das cargas atuantes: fundamental no projeto de edificações para maquinários pesados. Diferentemente das edificações convencionais, onde as cargas são relativamente bem definidas por normas técnicas, as edificações industriais estão sujeitas a cargas específicas que devem ser cuidadosamente levantadas e analisadas. As cargas estáticas resultantes do peso próprio dos equipamentos devem ser consideradas, mas as cargas dinâmicas resultantes do funcionamento dos equipamentos são frequentemente mais críticas ICA/PROCOBRE (2018).

As vibrações geradas por maquinários pesados podem induzir cargas dinâmicas significativas na estrutura. Se não adequadamente consideradas no projeto, essas vibrações podem resultar em diversos problemas, incluindo fadiga de elementos estruturais, deslocamentos excessivos, fissuras em elementos de vedação e desconforto para os usuários. O projeto estrutural deve incluir uma análise dinâmica adequada, considerando as frequências de excitação dos equipamentos e as frequências naturais da estrutura, evitando situações de ressonância que podem amplificar significativamente as vibrações.

Veiga (2016), em projeto de estabilidade de um edifício, destaca a importância da aplicação de métodos de análise estrutural adequados, incluindo o método de elementos finitos para situações mais complexas. Em edificações para maquinários pesados, onde as solicitações são complexas e as consequências de uma falha estrutural podem ser graves, a utilização de métodos de análise avançados é justificada e recomendada.

O projeto de fundações assume importância crítica em edificações para maquinários pesados. Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) destacam que as fundações devem ser projetadas considerando não apenas as cargas estáticas, mas também as cargas dinâmicas e as vibrações transmitidas pelos equipamentos. A escolha inadequada do tipo de fundação ou o subdimensionamento podem resultar em recalques diferenciais, comprometendo a integridade de toda a estrutura e o funcionamento adequado dos equipamentos.

Cardoso (2015) e Candeias (2012) ressaltam a importância de uma investigação geotécnica adequada como base para o projeto de fundações. A investigação deve fornecer informações sobre a estratigrafia do terreno, as propriedades mecânicas dos solos, a posição do nível d'água e a presença de eventuais problemas geotécnicos. Com base nessas informações, o projetista pode escolher o tipo de fundação mais adequado e dimensioná-la corretamente.

A interface entre a estrutura e os equipamentos é um aspecto frequentemente negligenciado no projeto de edificações industriais. Os equipamentos devem ser adequadamente fixados à estrutura, de forma a garantir sua estabilidade e a transmissão adequada das cargas. Além disso, em muitos casos é necessário prever isolamento de vibrações entre os equipamentos e a estrutura, evitando que as vibrações se propaguem e causem problemas em outras partes da edificação.

O projeto dos sistemas de vedação em edificações industriais deve considerar as solicitações específicas a que esses elementos estarão submetidos. As vibrações transmitidas pela estrutura podem

causar fissuras em paredes de alvenaria ou descolamento de painéis de fechamento. A escolha de sistemas de vedação mais flexíveis ou a previsão de juntas de movimentação pode ser necessária para acomodar os deslocamentos da estrutura sem danos PORTO; FERNANDES (2015).

Os sistemas de drenagem e impermeabilização são fundamentais para a durabilidade da edificação. Problemas de infiltração de água são uma das causas mais comuns de manifestações patológicas, podendo resultar em corrosão de armaduras, eflorescência, deterioração de revestimentos e proliferação de fungos e bactérias. O projeto deve prever sistemas adequados de captação e condução de águas pluviais, impermeabilização de coberturas e elementos em contato com o solo, e drenagem de áreas internas onde possa haver presença de água.

A manutenibilidade de uma edificação também é um aspecto que deve ser considerado desde a fase de projeto. Camillato (2018) discute as contribuições do "Design for Disassembly" para a sustentabilidade na construção civil, destacando a importância de projetar considerando não apenas a construção, mas também a manutenção, a adaptação e eventual desmontagem da edificação. Em edificações industriais, onde a manutenção é intensiva e frequente, a previsão de acessos adequados, pontos de fixação para equipamentos de manutenção e facilidade de substituição de componentes pode reduzir significativamente os custos operacionais e prolongar a vida útil.

A compatibilização entre os diversos projetos (arquitetônico, estrutural, instalações) é fundamental para evitar problemas de execução e manifestações patológicas futuras. Interferências não resolvidas na fase de projeto frequentemente resultam em improvisações durante a execução, comprometendo a qualidade da construção. Em edificações industriais, onde a complexidade das instalações é geralmente elevada, a compatibilização assume importância ainda maior (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

A especificação de procedimentos de execução e controle de qualidade também faz parte das responsabilidades do projetista. Especificações claras e detalhadas reduzem a probabilidade de erros de execução e facilitam o controle de qualidade. Em aspectos críticos, como concretagem de elementos estruturais, execução de juntas de dilatação ou aplicação de sistemas de impermeabilização, as especificações devem ser particularmente detalhadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da relação entre decisões de projeto arquitetônico e manifestações patológicas em edificações destinadas a maquinários pesados revela a complexidade e a importância crítica da fase de concepção para o desempenho e a durabilidade dessas estruturas. As edificações industriais, particularmente aquelas que abrigam equipamentos de grande porte, apresentam características e solicitações específicas que as diferenciam significativamente das edificações convencionais, exigindo uma abordagem de projeto cuidadosa e especializada.

A revisão da literatura apresentada neste trabalho evidencia que uma parcela significativa das manifestações patológicas observadas em edificações tem sua origem em falhas de projeto, seja por concepção inadequada, dimensionamento insuficiente, especificação incorreta de materiais ou falta de detalhamento construtivo. No contexto específico de edificações para maquinários pesados, a negligência em relação às cargas dinâmicas e vibrações geradas pelos equipamentos constitui uma

causa frequente de patologias, incluindo fissuras, deformações excessivas, problemas de fundação e deterioração acelerada de elementos estruturais e de vedação.

Aspectos como implantação da edificação, forma arquitetônica, escolha de materiais, detalhamento construtivo, consideração adequada das cargas atuantes e previsão de sistemas de drenagem e impermeabilização são fundamentais para a durabilidade e o desempenho satisfatório da edificação ao longo de sua vida útil.

A aplicação de tecnologias modernas de análise estrutural, como o método de elementos finitos, e de técnicas avançadas de inspeção, como a termografia infravermelha, pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade dos projetos e para a identificação precoce de manifestações patológicas. Além disso, os estudos abordados neste trabalho também mostram que a utilização de metodologias quantitativas de avaliação do estado de conservação de estruturas, como a metodologia GDE/UnB, permitem uma abordagem sistemática para a priorização de intervenções e o planejamento de estratégias de manutenção.

Este trabalho evidencia a necessidade de uma abordagem integrada no projeto de edificações industriais, que considere simultaneamente aspectos estruturais, funcionais, ambientais, de durabilidade e de manutenibilidade. A colaboração entre arquitetos, engenheiros estruturais, engenheiros geotécnicos e especialistas em equipamentos industriais é fundamental para o desenvolvimento de projetos de qualidade que atendam às complexas demandas dessas edificações.

Em conclusão, a prevenção de manifestações patológicas em edificações destinadas a maquinários pesados passa necessariamente por um projeto arquitetônico de qualidade, que considere adequadamente as particularidades dessas estruturas e as solicitações específicas a que estarão submetidas. O investimento em projeto, embora represente uma pequena parcela do custo total da edificação, tem impacto determinante em seu desempenho e durabilidade, resultando em economia significativa ao longo da vida útil e contribuindo para a segurança dos usuários e a continuidade das operações industriais.

Referência bibliográfica

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.
- BARROS, Eduarda Alves de; SANTOS, Kamyla Oliveira dos; ROCHA, Júlia de Arimatéia; ROCHA, Eudes de Arimatea. Manifestações patológicas recorrentes em imóveis modernistas: o caso do pavilhão Luiz Nunes em Recife/PE. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS (CINPAR), 4., 2021, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: UFC Edições, 2021.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto do Lago. Patologia de estruturas. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- CAMILLATO, Aline Camillo. Contribuições do "Design for Disassembly" para Sustentabilidade na Construção Civil: estudo sobre a evolução de sua aplicação no projeto arquitetônico. 2018. 131 f. Monografia (Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído) - Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- CANDEIAS, Miguel Ângelo Batata. Projecto de fundações e estrutura de um edifício destinado a pavilhão gimnadesportivo. 2012. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

- CARDOSO, André Martinho. Projeto de fundações e estrutura de ampliação de escola utilizando os eurocódigos estruturais. 2015. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2015.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). PIB do agronegócio fecha 2024 com crescimento de 1,81%. Brasília: CNA, 2024. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-fecha-2024-com-crescimento-de-1-81>. Acesso em: 29 out. 2025.
- COSTA, Anderson Santana da; AMORIM, Adriana Eloá Bento. Aplicação da termografia infravermelha na análise de manifestações patológicas em uma edificação prisional. Revista ALCONPAT, v. 7, n. 2, p. 162-174, 2017.
- DINIZ, Anderson Lucas; ROCHA, Herivelton Lima; SILVA, Arlete Vieira da; HORTA, Mário Marcos Brito. Eficiência energética: Proposta de utilização de energia alternativa em indústria de máquinas pesadas. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, ano 2023, n. 235, p. 1-17, 2023. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_eficiencia_energetica_0.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.
- ICA/PROCOBRE. VI guia da siderurgia. São Paulo: ICA/Procobre, 2018. Disponível em: <https://abccobre.org.br/wp-content/uploads/2021/08/vi-guia-siderurgia.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.
- LODI, Victor Hugo. A corrosão das armaduras de concreto. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. Patologia das Fundações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- OLIVEIRA, Isadora Lemes de. Mapeamento de manifestações patológicas em edificação industrial antiga na cidade de Cachoeira do Sul/RS. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.
- PEREIRA, Rafael Sato. Cuidados para evitar o desenvolvimento da patologia no concreto. 2020. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2020.
- PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. Curso Básico de Concreto Armado - Conforme NBR 6118/2014. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- POSSAN, Edna. Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. Revista CREA-RS, 2013.
- SEHNEM, Daniel. Pavilhões industriais: proposição e validação de método de inspeção. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- SILVA, Geovani Almeida da et al. Parametrização de processos aplicados a sistemas produtivos inovadores com base na norma de desempenho. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMEP), 3., 2017, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: Editora Realize, 2017.
- TELES, Ráysson Ferreira. Análise quantitativa de estruturas similares em concreto armado utilizando a metodologia GDE/UNB: estudo de caso. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Projeto, Execução e Manutenção de Edificações) – Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2019.
- VEIGA, Catarina Alexandra Pereira Cavaco. Projeto de Estabilidade de um Edifício. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2016.