



APRENDIZAGEM ATIVA DE PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES COM QR CODES: INTEGRAÇÃO ENTRE DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ENSINO INOVADOR

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6115

Autores: RODRIGO MERO SARMENTO DA SILVA, IARA VITÓRIA CAVALCANTE DE LIMA, ISABELLE VITÓRIA OLIVEIRA MELO

Resumo: O ensino de patologias das construções exige metodologias que integrem teoria e prática, promovendo uma formação mais crítica e aplicada. Este estudo apresenta uma abordagem baseada na aprendizagem ativa, utilizando QR codes como ferramenta didática. A pesquisa foi desenvolvida por meio de inspeção visual, onde foram identificadas manifestações patológicas. Cada ocorrência gerou uma ficha técnica e um resumo digital, vinculados a QR codes instalados nos pontos analisados. Essa estratégia possibilitou o acesso rápido a informações técnicas por dispositivos móveis, transformando a edificação em um ambiente de investigação e aprendizado contextualizado. Os resultados revelam que a metodologia estimula o protagonismo estudantil, facilita o acesso ao conhecimento técnico e fortalece competências profissionais. A proposta, portanto, apresenta-se como uma prática inovadora, replicável e alinhada às demandas contemporâneas de ensino, unindo recursos tecnológicos e experiência prática.

Palavras-chave: Patologia das Construções, Aprendizagem Ativa, QR Codes

APRENDIZAGEM ATIVA DE PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES COM QR CODES: INTEGRAÇÃO ENTRE DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ENSINO INOVADOR

1. INTRODUÇÃO

A busca por estratégias pedagógicas inovadoras alinhadas à realidade profissional tem impulsionado a adoção de práticas de ensino que integrem tecnologias digitais ao processo educativo, especialmente em cursos voltados à formação de engenheiros civis. Dentre os desafios enfrentados por docentes dessas áreas, destaca-se a necessidade de articular teoria e prática de forma significativa, favorecendo a compreensão crítica de problemas reais que permeiam o ambiente construído. Nesse sentido, o ensino sobre patologias das construções, campo que investiga manifestações como fissuras, infiltrações, recalques e deteriorações estruturais, apresenta-se como um terreno fértil para a implementação de abordagens didáticas mais interativas e centradas no estudante.

A aprendizagem ativa, conforme defendem Bonwell e Eison (1991), pressupõe o envolvimento direto dos estudantes no processo de construção do conhecimento, superando o modelo transmissivo tradicional. Para Moran (2015), esse tipo de abordagem valoriza a experimentação, a reflexão e a resolução de problemas reais, estimulando a autonomia intelectual e a responsabilidade com o saber. A inserção de tecnologias educacionais, como os QR codes, potencializa ainda mais essas práticas, ao permitir a interligação entre o espaço físico e conteúdos digitais acessíveis, interativos e contextualizados.

A utilização de QR codes no ensino de Engenharia Civil tem se destacado por sua capacidade de conectar o ambiente construído a informações técnicas detalhadas, enriquecendo a experiência de aprendizagem. Quando aplicados a pontos específicos de edificações reais que apresentam manifestações patológicas, os QR codes possibilitam que estudantes acessem instantaneamente dados sobre o tipo de dano, suas possíveis causas, consequências e soluções corretivas. Essa ação transforma o espaço institucional em um ambiente de investigação, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da análise técnica e da capacidade de tomada de decisão fundamentada.

Este artigo apresenta uma proposta metodológica aplicada ao ensino de patologias em edificações, por meio da implementação de QR codes em áreas afetadas do Bloco Administrativo do Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios. A iniciativa visa integrar as atividades presenciais à mediação digital, criando um ecossistema educacional que estimula o protagonismo dos estudantes. Essa metodologia é fundamentada em pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e do ensino por investigação, defendido por Zabala e Arnau (2010), os quais reforçam que o conhecimento é mais efetivamente internalizado quando relacionado a experiências concretas e problemas autênticos.

Além disso, o uso de plataformas digitais vinculadas aos QR codes amplia as possibilidades de compartilhamento do conhecimento técnico com a comunidade acadêmica e profissional. Almeida e Souza (2021) ressaltam que a disseminação de conteúdos por meio de mídias digitais favorece a democratização da informação e a formação de

profissionais mais atualizados e preparados para lidar com os desafios da engenharia contemporânea. Com isso, o presente trabalho reafirma o compromisso com a inovação pedagógica, propondo uma prática replicável que integra tecnologias emergentes ao currículo de Engenharia Civil, promovendo uma educação mais ativa, crítica e transformadora.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de patologia, tradicionalmente associado à medicina, designa a ciência responsável por investigar a origem, os mecanismos, os sintomas e a natureza das doenças, conforme definido por Bolina (2019). No entanto, essa concepção transborda os limites do campo médico, sendo amplamente empregada em outras áreas do conhecimento, como a engenharia civil. Neste campo, a patologia representa uma vertente que estuda as falhas, degradações e danos que comprometem o desempenho de elementos construtivos, buscando compreender suas causas, seus mecanismos e suas consequências para a durabilidade e segurança das edificações.

Ripper (1984) conceitua a patologia das construções como a manifestação de processos que levam à degradação ou colapso do desempenho estrutural de uma edificação, comprometendo não apenas sua estabilidade, mas também aspectos estéticos, funcionais e de durabilidade frente às condições de exposição. Já Helene (1992) reforça essa abordagem ao definir a patologia como o segmento da engenharia que analisa sintomas, mecanismos e causas dos defeitos em construções civis, considerando os componentes envolvidos no diagnóstico técnico das falhas.

Silva (2011) aprofunda essa diferenciação, apontando que a patologia, enquanto ciência, busca compreender os fenômenos que originam determinadas falhas, ao passo que a manifestação patológica representa a expressão visível ou mensurável de tais falhas. Essa distinção é fundamental para que os profissionais e estudantes da área compreendam que, embora as manifestações sejam perceptíveis no campo, a compreensão profunda dos seus mecanismos exige um olhar técnico e investigativo, essencial para o processo de ensino e aprendizagem na engenharia.

Complementarmente, a NBR 15575-1:2021 define manifestação patológica como qualquer irregularidade no desempenho do produto edificado, resultante de falhas no projeto, na execução, nos materiais, na instalação ou na manutenção, excluindo os processos naturais de envelhecimento. Isso reforça a necessidade de um controle rigoroso em todas as fases do ciclo de vida da edificação, desde o planejamento até o uso contínuo, para garantir o atendimento aos requisitos de segurança, funcionalidade, conforto e durabilidade.

Nesse contexto, torna-se evidente que o estudo das manifestações patológicas deve ser integrado à formação técnica dos futuros engenheiros civis por meio de metodologias que favoreçam a aplicação prática do conhecimento. Cunha (2012) enfatiza que o processo construtivo é composto por atividades interdependentes que exigem uma abordagem sistemática e integrada, desde a concepção até a manutenção, sendo essa visão holística essencial para prevenir falhas e promover construções sustentáveis. Assim, a compreensão teórica da patologia das construções, aliada a estratégias pedagógicas ativas e ao uso de tecnologias como os QR codes, oferece ao estudante uma oportunidade valiosa de conectar teoria e prática de maneira significativa e inovadora.

3. METODOLOGIA

Esse trabalho adota uma abordagem qualitativa aplicada ao ensino de Engenharia Civil, fundamentada em princípios da aprendizagem ativa e no uso de tecnologias digitais para promover a compreensão prática de manifestações patológicas em edificações. O estudo foi desenvolvido no Bloco Administrativo do Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios, tendo como principal recurso metodológico a inspeção visual técnica e a mediação digital por meio de QR codes.

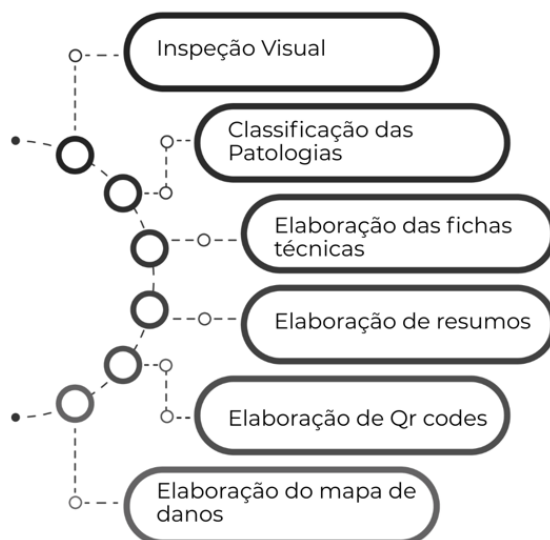
Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual sistemática na edificação selecionada, com o objetivo de identificar e mapear as manifestações patológicas presentes em seus elementos construtivos. Esse mapeamento foi conduzido de forma criteriosa, considerando parâmetros como tipologia, intensidade, abrangência e localização dos danos observados. As manifestações detectadas foram, então, classificadas conforme suas características visuais, causas prováveis e impactos no desempenho da edificação.

A etapa seguinte consistiu na elaboração de fichas técnicas individualizadas para cada patologia identificada. Essas fichas contemplam informações essenciais para o diagnóstico, incluindo descrição dos sintomas, análise das causas e proposição de medidas corretivas e preventivas. Com base nesse material técnico, foram produzidos resumos em linguagem acessível, organizados em formatos digitais compatíveis com dispositivos móveis.

Visando integrar os dados levantados ao ambiente educacional, foram gerados QR codes interativos, vinculados diretamente às fichas e resumos elaborados. Esses códigos foram afixados nos locais onde se encontram as respectivas manifestações patológicas, possibilitando que estudantes, docentes e demais interessados acessem instantaneamente informações técnicas por meio de smartphones ou tablets. Tal estratégia estimula o protagonismo discente, uma vez que transforma o espaço físico da instituição em um laboratório vivo de aprendizagem investigativa.

Para consolidar os resultados e facilitar a visualização do conjunto de manifestações registradas, foi construído um mapa de danos da edificação. Esse mapa utiliza simbologias e paleta de cores específicas para indicar a localização dos QR codes, o tipo de patologia e o grau de severidade do dano, promovendo uma leitura rápida e eficaz dos pontos críticos da estrutura. A Figura 1 ilustra o fluxograma metodológico da pesquisa.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autores, 2025

A metodologia proposta não apenas favorece a compreensão teórico-prática das patologias construtivas, como também contribui para o desenvolvimento de competências profissionais essenciais, tais como observação técnica, análise crítica e tomada de decisão fundamentada. Ao integrar recursos digitais ao cotidiano dos estudantes, a prática consolida-se como uma estratégia replicável no contexto da formação em Engenharia Civil.

1.1 Inspeção Visual

Na inspeção realizada, a metodologia de inspeção visual é empregada como uma etapa essencial para o levantamento das condições aparentes da edificação. A inspeção visual possibilita a identificação de manifestações patológicas evidentes, como fissuras, manchas de umidade e indícios de corrosão, que orientam o planejamento e direcionamento das etapas subsequentes da inspeção predial.

1.2 Área de Estudo

Este trabalho apresenta dados referentes às manifestações patológicas detectadas em um bloco do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), localizado na cidade de Palmeira dos Índios, Alagoas. As patologias analisadas pertencem ao bloco administrativo e são determinadas por meio de uma inspeção visual, sendo visíveis a olho nu e de ocorrência relativamente comuns. Na Figura 2, observa-se a localização do Instituto Federal de Alagoas.

Figura 2 – Localização do IFAL - Campus Palmeira dos Índios.



Fonte: Google Earth Pro, 2025

Na Figura 3 é possível observar o bloco administrativo do IFAL.

Figura 3 – Bloco Administrativo do IFAL - Campus Palmeira dos Índios.



Fonte: Autores, 2025

1.3 Classificação das Patologias

A inspeção do objeto de estudo é realizada exclusivamente por meio de observação visual. Inicialmente, são realizadas análises das manifestações patológicas presentes, por meio de visitas ao local, mapeamento fotográfico, avaliação in loco, identificação e classificação das manifestações patológicas, além da busca por informações que contribuam para o diagnóstico dos danos.

1.4 Elaboração das Fichas

Uma vez atendida a sequência proposta na classificação das patologias, procede-se à elaboração de fichas técnicas para a classificação das não conformidades identificadas. Essas fichas consideram aspectos detalhados como as causas prováveis, as áreas ou locais afetados, a extensão e gravidade das patologias, além de registrar as condições ambientais que podem ter contribuído para o surgimento dos problemas. Também são especificadas as soluções de tratamento recomendadas, com base em análises técnicas e em diretrizes para reparo e prevenção de futuras ocorrências, assegurando a recuperação da integridade estrutural e a durabilidade das edificações.

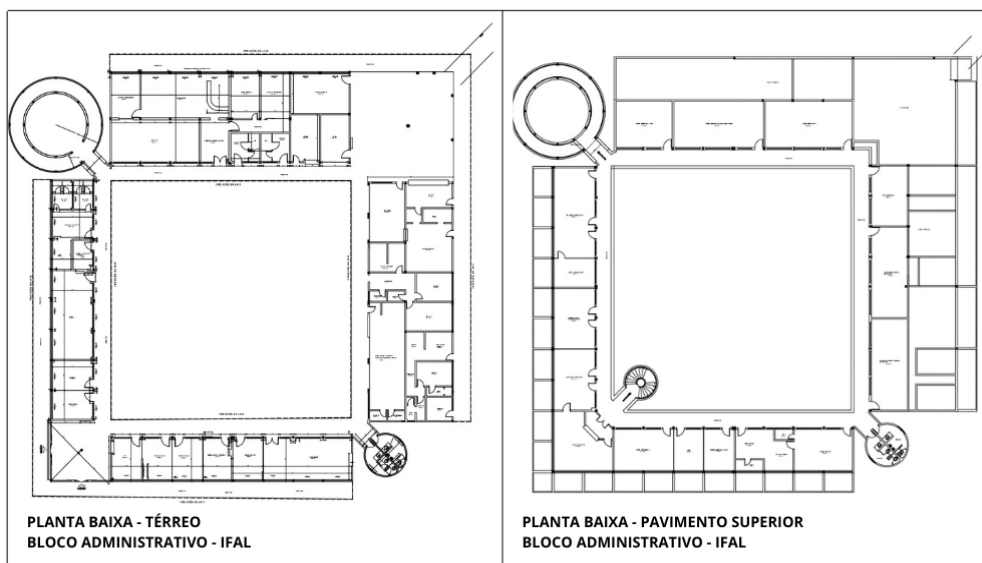
1.5 Elaboração dos QR codes

Após a elaboração das fichas, geram-se os QR codes correspondentes a cada anomalia identificada, os quais direcionam para o perfil do Instagram utilizado como plataforma de divulgação. Nessa rede social, o estudante pode acessar um mapeamento fotográfico detalhado das patologias, que inclui informações sobre suas causas, efeitos e possíveis soluções. Essa abordagem visa promover uma aprendizagem mais interativa e acessível, permitindo que os estudantes visualizem as condições reais das edificações e compreendam melhor as implicações das patologias.

1.6 Elaboração do Mapa de Danos

Essa etapa é de suma importância para o desenvolvimento do estudo. Após a inspeção visual detalhada, complementada pelo uso do projeto arquitetônico, realiza-se a análise das manifestações patológicas identificadas no bloco em questão. A partir dessa análise, é feito o mapeamento das patologias. Para facilitar a interpretação dos dados, desenvolve-se uma legenda associando cada manifestação patológica a uma cor específica, permitindo uma visualização mais clara e organizada das informações. A representação do projeto arquitetônico é demonstrada na Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Projeto arquitetônico - Bloco Administrativo (IFAL)



Fonte: Autores, 2025

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos evidenciam uma sólida articulação entre o conhecimento técnico e as tecnologias digitais aplicadas, resultando em uma ferramenta de aprendizado ágil, interativa e alinhada às demandas contemporâneas da formação em Engenharia Civil. Essa integração favorece não apenas a assimilação conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades práticas por meio do acesso contextualizado à informação. A seguir, apresentam-se e discutem-se os principais achados da pesquisa, com vistas a ilustrar o potencial pedagógico da metodologia adotada.

A utilização das fichas de classificação de patologias foi fundamental para organizar e apresentar dados de forma clara e objetiva. Elas permitem registrar as manifestações patológicas de forma detalhada, com informações sobre localização, causas, classificação e possíveis soluções. Esse formato sistemático não apenas facilita a análise técnica, mas também torna os resultados mais compreensíveis e úteis para futuras consultas e estudos. A ficha da Figura 5 mostra a manifestação patológica sobre a eflorescência.

Na Figura 6 apresenta-se a legenda elaborada para facilitar a visualização, contendo as simbologias empregadas no mapa. As patologias são classificadas conforme os tipos de danos, e as cores são utilizadas para distinguir as diferentes manifestações patológicas.

Figura 5 – Ficha de classificação patologias - Eflorescência.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS		FICHA 01/06
NOME: Eflorescência		
DEFINIÇÃO: Depósitos cristalinos que surgem na superfície do revestimento através de reações químicas entre a água e o hidróxido de cálcio presente na argamassa.		
MECANISMO: Químico		
CAUSAS PROVÁVEIS: - Infiltração de água; - Falhas na impermeabilização.		
ASPECTOS OBSERVADOS: Presença de manchas esbranquiçadas nas paredes.		
LOCAL DE OCORRÊNCIA: Parede e teto.		
TRATAMENTO: - Identificação das causas; - Limpeza da Eflorescência - pode ser feita com uma escova seca ou, em casos mais persistentes, com uma solução de vinagre ou ácido diluído em água. - Prevenção de reincidência.		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NO MAPA DE DANOS: 		
IMAGENS:		
		

Figura 6 – Legendas e Simbologias.

LEGENDA		
DANOS E PATOLOGIAS		
COR	DANO	PATOLOGIA
	Manchas esbranquiçadas	Eflorescência
	Manchas escuras	Mofo e bolor
	Teia de aranha na superfície da placa	Gretamento
	Deslocamento da alvenaria	Deslocamento
	Abertura na alvenaria	Fissura, Trincas e Rachaduras
	Desagregação	Corrosão de Armadura
SIMBOLOGIA		
 Triângulo: A cor indica o dano e a patologia, conforme legenda.		

Fonte: Autores, 2025

Com acesso ao projeto da planta baixa do térreo e do 1º pavimento superior, mapeiam-se algumas das anomalias existentes, identificando a localização dos QR codes das manifestações patológicas. Assim, nas Figuras 7 e 8 são apresentados o mapa de danos do térreo e do 1º pavimento superior.

Figura 7 – Mapa de danos do térreo.

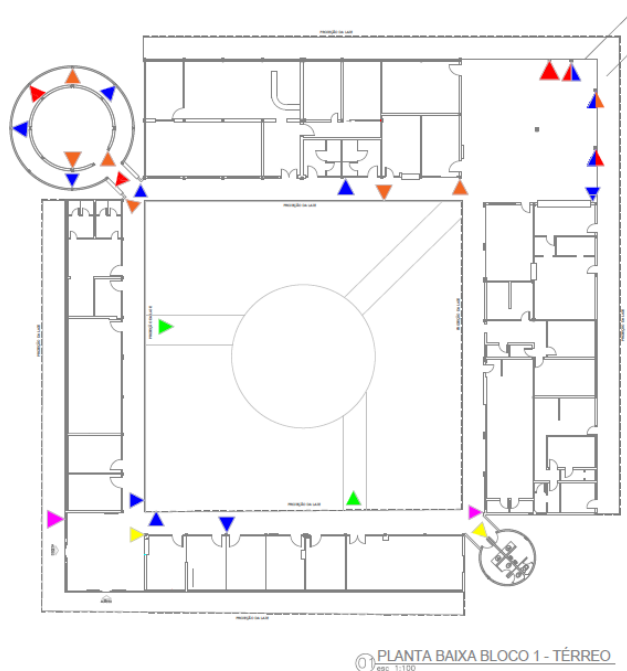


Figura 8 – Mapa de danos do pavimento superior.



Fonte: Autores, 2025

A criação de resumos para publicação nas redes sociais tem como principal objetivo compartilhar resultados e informações de maneira acessível e rápida, alcançando um público amplo e diversificado.

Essa abordagem facilita a disseminação do conhecimento, promovendo a transparência e a interação com a comunidade acadêmica e o público em geral. Além disso, a publicação nas redes sociais proporciona maior visibilidade ao trabalho, incentivando a troca de ideias e o engajamento em questões relacionadas à área de estudo. Na Figura 9, é possível observar a página de estudos na rede social Instagram.

Figura 9 - Página de estudo na rede social.



Fonte: Autores, 2025

Com o intuito de facilitar o acesso imediato ao conteúdo informativo, foi gerado um QR code exclusivo para cada publicação digital, posicionado estrategicamente junto às manifestações patológicas visíveis na edificação inspecionada. Essa abordagem permite que qualquer pessoa interessada, seja da comunidade acadêmica ou do público externo, acesse de forma rápida e autônoma informações detalhadas sobre cada ocorrência. A iniciativa não apenas promove maior interatividade entre o espaço construído e os usuários, como também estimula a aprendizagem ativa sobre as patologias observadas no campus. A Figura 10 apresenta um exemplo de QR code posicionado ao lado de uma manifestação patológica identificada durante a inspeção.

Figura 10 - QR code da publicação ao lado da manifestação patológica encontrada.



Fonte: Autores, 2025

Além disso, os designs das publicações digitais associadas a cada resumo técnico foram estrategicamente desenvolvidos com o objetivo de serem simultaneamente informativos e atrativos, adotando uma linguagem acessível e simplificada. Essa escolha metodológica visa facilitar a compreensão dos conceitos apresentados, inclusive por públicos não especializados, ampliando o alcance e a democratização do conhecimento técnico.

As publicações foram organizadas no formato carrossel, recurso amplamente utilizado em ambientes digitais, iniciando-se por uma capa visual que destaca o tipo de manifestação patológica abordada e, em seguida, desdobrando-se em conteúdos explicativos sobre causas, impactos e possíveis soluções.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A patologia na engenharia civil constitui um campo essencial para assegurar que as edificações atendam aos mais elevados padrões de segurança, durabilidade e desempenho. A análise criteriosa das manifestações patológicas permite identificar falhas originadas tanto na fase de execução quanto pela ausência de manutenção ao longo da vida útil da edificação. Como demonstrado neste estudo, as estruturas estão permanentemente expostas a agentes externos como umidade, calor e intempéries, o que demanda ações preventivas e corretivas fundamentadas em conhecimento técnico e planejamento adequado. Nesse contexto, os profissionais da engenharia civil desempenham um papel

estratégico na preservação da integridade estrutural, na proteção da vida humana e na promoção do desenvolvimento sustentável.

A abordagem das manifestações patológicas requer uma visão integrada, multidisciplinar e proativa, que articule educação, tecnologia, regulamentação e práticas sustentáveis. A integração desses elementos é indispensável para garantir a qualidade e longevidade das construções, assegurando o atendimento aos requisitos normativos e funcionais ao longo do tempo. Nesse sentido, o ensino das patologias deve ir além da teoria, promovendo experiências formativas que conectem o estudante à realidade prática da profissão.

A inserção de tecnologias digitais no processo educativo, como os QR codes, tem potencializado a aprendizagem ativa ao permitir o acesso instantâneo a conteúdos técnicos, contextualizados e interativos. Essa revolução tecnológica tem transformado significativamente o ensino, tornando-o mais acessível, personalizado e eficaz. No entanto, é necessário garantir que o uso dessas ferramentas seja realizado de forma crítica, segura e equitativa, evitando desigualdades de acesso e promovendo uma formação ética e qualificada.

Dessa forma, a proposta metodológica apresentada neste trabalho contribui não apenas para a formação técnica de estudantes de engenharia, mas também para a consolidação de uma cultura de manutenção preventiva e gestão eficiente das construções. Ao aliar inovação pedagógica, recursos digitais e práticas sustentáveis, o ensino de patologias das edificações torna-se uma ferramenta estratégica para a formação de profissionais conscientes, engajados e preparados para os desafios do século XXI. O estudo das manifestações patológicas, portanto, é mais do que um campo de diagnóstico técnico; trata-se de um compromisso com a segurança, a eficiência e a qualidade de vida nas cidades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. C.; SOUZA, L. T. *Plataformas digitais na Engenharia: estratégias para a gestão da manutenção e disseminação de conhecimento técnico*. Revista Brasileira de Educação em Engenharia, v. 41, n. 2, p. 123–138, 2021.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Editora, 2003.

BOLINA, F. C. *Análise de manifestações patológicas em edificação residencial multifamiliar vertical*. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. *Active learning: creating excitement in the classroom*. Washington, D.C.: George Washington University, 1991.

CUNHA, V. M. P. *Estudo de casos sobre patologias na construção civil: prevenção de manifestações patológicas em edificações escolares*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

HELENE, P. *Manual de patologias em estruturas*. São Paulo: Pini, 1992.

MORAN, J. M. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa*. Campinas: Papyrus, 2015.

NBR 15575-1:2021. *Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais*. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

RIPPER, T. J. *Patologia das construções*. Rio de Janeiro: LTC, 1984.

SILVA, M. C. *Patologia das construções: uma abordagem didática*. São Paulo: O Nome da Rosa, 2011.

ZABALA, A.; ARNAU, L. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ACTIVE LEARNING OF BUILDING PATHOLOGIES WITH QR CODES: INTEGRATION BETWEEN TECHNICAL DIAGNOSIS AND INNOVATIVE TEACHING

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta metodológica para o ensino de patologias das construções, utilizando QR codes como ferramenta de integração entre diagnóstico técnico e aprendizagem ativa. O estudo foi realizado no Bloco Administrativo do Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios, onde foram mapeadas e classificadas manifestações patológicas em elementos construtivos. Cada ocorrência foi documentada em fichas técnicas e vinculada a QR codes, possibilitando o acesso imediato a informações detalhadas por meio de dispositivos móveis. Essa abordagem promove a articulação entre teoria e prática, estimula o protagonismo discente e contribui para a formação de competências essenciais na Engenharia Civil. Os resultados indicam que a utilização de tecnologias digitais, aliada a metodologias ativas, potencializa o aprendizado, amplia o alcance das informações e fortalece a cultura de manutenção preventiva e gestão eficiente das edificações.

Palavras-chave: Ensino de Engenharia Civil, Patologias das Construções, Aprendizagem Ativa, QR Codes, Inovação Educacional.

Abstract: This article presents a methodological proposal for teaching building pathologies, using QR codes as a tool to integrate technical diagnosis and active learning. The study was conducted in the Administrative Block of the Federal Institute of Alagoas, Palmeira dos Índios Campus, where pathological manifestations in building elements were mapped and classified. Each occurrence was documented in technical sheets and linked to QR codes, allowing immediate access to detailed information via mobile devices. This approach promotes the articulation between theory and practice, encourages student protagonism, and contributes to the development of essential skills in Civil Engineering. The results indicate that the use of digital technologies, combined with active methodologies, enhances learning, broadens access to information, and strengthens the culture of preventive maintenance and efficient building management.

Keywords: Civil Engineering Education, Building Pathologies, Active Learning, QR Codes, Educational Innovation.

