



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

WINICIUS EGER MONTEIRO

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO QR CODE NO CANTEIRO DE OBRAS

Ilha Solteira
2024

WINICIUS EGER MONTEIRO

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO QR CODE NO CANTEIRO DE OBRAS

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentada à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos
requisitos para obtenção de título de
engenharia civil.

Prof. Dr. Jorge Luis Akasaki

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Monteiro, Winicius Eger.
M775e Estudo da utilização do QR Code no canteiro de obras / Winicius Eger
Monteiro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
44 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2024

Orientador: Jorge Luís Akasaki

Inclui bibliografia

1. QR Code. 2. Construção civil. 3. Obras.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: WINICIUS EGER MONTEIRO

Título: " ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO QR CODE NO CANTEIRO DE OBRAS."

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

COMISSÃO EXAMINADORA



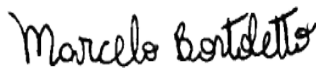
Prof. Dr. Jorge Luís Akasaki

UNESP – Campus de Ilha Solteira (Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br GEAN PEREIRA DA SILVA JUNIOR
Data: 29/07/2024 11:45:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng. Me. Gean Pereira da Silva Junior

UNESP – Campus de Ilha Solteira



Eng. Me. Marcelo Bortoletto

UNESP – Campus de Ilha Solteira

Ilha Solteira

29/07/2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, aos meus avós, Mucio e Ester, que me criaram, educaram e apoiaram durante toda a minha vida pessoal e acadêmica.

Aos meus pais, Sandra e Márcio, que me orientaram nos momentos de adversidade e distância familiar.

Ao meu tio, Luiz Antônio, que me auxilia até hoje sobre o mundo corporativo e me aproximou da Engenharia Civil.

À Débora, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis da faculdade, e durante esses cinco anos de experiência, manteve-me focado e disciplinado.

Aos amigos que tive durante esse período, sem os quais o sonho da formação não seria possível.

E ao professor Dr. Jorge Akasaki, pela orientação e disponibilização deste trabalho.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

A Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, surgiu com o objetivo de promover transformações e melhorias nos processos produtivos de várias áreas do conhecimento, inclusive na construção civil, por meio da utilização de sistemas físico-cibernéticos, visando a integração e conexão do mundo físico com o virtual. No setor da construção civil, algumas tecnologias de informação já são utilizadas. Diante do exposto, o presente trabalho possui como objetivo geral examinar, sob a perspectiva da comunicação, as potencialidades da tecnologia QR CODE como uma ferramenta de gestão em empresas do ramo da construção civil, à sua aplicação na administração e fiscalização de canteiros de obras. Essa tecnologia faz parte de uma transformação na maneira como os indivíduos se constituem e interagem uns com os outros e com o ambiente ao seu redor. Como objetivos específicos, pretende-se: Tal análise se justifica, pois, trabalhadores e empreendedores no ramo da construção necessitam atualizar sua atividade em relação às tecnologias vindouras. O novo usuário dessas tecnologias tem acesso a todas as informações literalmente na palma das mãos, muitas vezes absorvendo mais de uma tela simultaneamente. O impacto dessas inovações tecnológicas produz mudanças profundas nas práticas de interação, ampliando o alcance da comunicação e tornando mais acessível seu uso, o que molda o futuro da comunicação. A questão central que guiou esta pesquisa foi: Como a implementação da tecnologia de códigos QR beneficia a gestão de obras? Para tanto, foi utilizada uma revisão bibliográfica, realizada a partir de pesquisa em plataformas virtuais de trabalhos acadêmicos, tais como Google Acadêmico e Scielo.

Palavras-chave: QR CODE; Construção Civil; Obras.

ABSTRACT

Industry 4.0, also known as the fourth industrial revolution, emerged with the aim of promoting transformations and improvements in production processes in various areas of knowledge, including construction, through the use of physical-cybernetic systems, aiming at the integration and connection of the physical world with the virtual one. In the construction sector, some information technologies are already used. In view of the above, the general objective of this work is to examine, from a contemporary communication perspective, the potential of QR CODE technology as a management tool in companies in the construction industry, specifically with regard to its application in administration and supervision. of construction sites. This technology is part of a transformation in the way individuals constitute themselves and interact with each other and the environment around them. As specific objectives, it is intended: Such analysis is justified because workers and entrepreneurs in the construction sector need to update their activity in relation to upcoming technologies. The new user of these technologies has access to all information literally in the palm of their hands, often absorbing more than one screen simultaneously. The impact of these technological innovations produces profound changes in interaction practices, expanding the reach of communication and making its use more accessible, which shapes the future of communication. The central question that guided this research was: How does the implementation of QR CODE technology benefit construction management? To this end, a bibliographical review was used, carried out based on research on virtual academic work platforms, such as Google Scholar and Scielo.

Keywords: QR CODE; Civil Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de modelagem BIM.....	19
Figura 2 - Exemplo de QR Code	20
Figura 3 – Exemplo de FVS	20
Figura 4 – Exemplo de RFID.....	21
Figura 5 - Machine Learning. Noções Gerais.....	22
Figura 6 – Utilização de QR Codes pela Construcode na leitura de projetos	36
Figura 7 – QR Code para checklists de equipamentos	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
AII	Acompanhamento Instantâneo de Imagens
AM	Aprendizado de Máquinas
BIM	Building Information Model
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
IA	Inteligência Artificial
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
TICS	Tecnologias de Informação e Comunicação
URL	Uniform Resource Locator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
3 METODOLOGIA	12
4 REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1 AVANÇO (EVOLUÇÃO) DAS TECNOLOGIAS NO CANTEIRO DE OBRAS.....	13
4.2 IMPACTO NA QUALIDADE DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	14
4.3 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS UTILIZADAS	17
4.4 COMPARAÇÕES ENTRE OBRAS COM TECNOLOGIAS ATUAIS E CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS	23
4.5 INTRODUÇÃO DE QR CODES NO MUNDO DIGITAL.....	25
4.6 PASSO INICIAL DO QR CODE NO CANTEIRO DE OBRA.....	29
4.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO QR CODES	30
4.8 IMPACTO NA UTILIZAÇÃO DO QR CODE	31
4.9 COMPARATIVO DE RESULTADOS PERANTE A UTILIZAÇÃO DE QR CODES COMO TRABALHO	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6 CONCLUSÃO	38
7 REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o mundo testemunhou diversas revoluções marcadas por mudanças profundas nas estruturas sociais e econômicas. A primeira dessas grandes transformações remonta a cerca de dez mil anos atrás com a Revolução Agrícola, um marco pioneiro (SOUZA, 2016).

Desde então, sucederam-se outras revoluções, culminando na industrialização, que teve seu ponto inicial com a Primeira Revolução Industrial por volta do século XVIII, marcando o início da produção mecânica. Posteriormente, ocorreu a Segunda Revolução Industrial, no final do século XIX, que possibilitou a produção em massa através da linha de montagem e da eletricidade. A Terceira Revolução Industrial teve lugar na década de 1960, introduzindo a computação pessoal, a internet e os semicondutores (FRANCKLIN JUNIOR; AMARAL, 2008).

Atualmente, pode-se dizer em Quarta Revolução Industrial, iniciada na virada do século XX para o XXI, conhecida como revolução digital, trazendo mudanças e rupturas significativas nos tempos atuais. A inovação, a ciência e a tecnologia desempenham papéis cruciais em períodos de incerteza e recessão, constituindo ferramentas essenciais para superar crises severas, como a que estamos enfrentando atualmente (MEDEIROS, 2021).

A Indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, surgiu com o objetivo de promover transformações e melhorias nos processos produtivos de várias áreas do conhecimento, inclusive na construção civil, por meio da utilização de sistemas físico-cibernéticos (*cyber physical systems*), indústrias conectadas e fábricas inteligentes, visando a integração e conexão do mundo físico com o virtual (MEDEIROS, 2021).

Um dos exemplos práticos mais recentes diz respeito à importância do desenvolvimento tecnológico na pandemia da COVID-19, que intensificou a urgência e a demanda por tecnologias disruptivas, características da Indústria 4.0, acelerando a modernização em diversos setores, inclusive em mais de 70% das empresas de médio e grande porte, que buscam soluções práticas para retomar as atividades com segurança (MAGALHÃES *et al*, 2018).

Nos últimos anos, a demanda por implementação de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na indústria da construção civil tem crescido gradualmente. Isso visa otimizar processos, fornece acesso a informações em tempo

real e, conseqüentemente, aumentar a produtividade tanto nos escritórios quanto nos canteiros de obra. O uso dessas TICs torna-se ainda mais relevante durante a pandemia de COVID-19, uma vez que as atividades dependentes exclusivamente de ações humanas estavam em funcionamento com capacidade reduzida, o que intensificou as discussões sobre inovações tecnológicas no setor. (ENGEL; AREND, 2013).

É cada vez mais comum a integração entre o ser humano e dispositivos móveis, buscando ampliar capacidades, especialmente a comunicação, por meio de aparelhos semelhantes a computadores. O conceito de extensões tecnológicas surge para acompanhar a rápida evolução das formas de comunicação e compartilhamento de informações no ambiente digital. Tornou-se necessário desenvolver ferramentas rápidas e eficazes que interajam com essas extensões. Uma dessas tecnologias é o QR CODE, que estabelece conexão com dispositivos móveis (smartphones) por meio de códigos fixados em ambientes públicos e privados (MELGAR, 2013).

A prática de utilizar códigos remonta aos tempos mais antigos e foi desenvolvida com técnicas para ocultar mensagens de forma que somente o destinatário possa decifrar seu conteúdo. Esses códigos, ou cifras, têm uma longa história e foram elementos-chave em batalhas ao longo dos milênios, muitas vezes resultando na ascensão ou queda de reis e rainhas (MELGAR, 2013).

No setor da construção civil, algumas tecnologias de informação já são utilizadas, incluindo sistemas relacionados a cálculos estruturais e elétricos, desenhos técnicos de projetos em 2D e 3D, folhas de pagamento, entre outros. Com o passar do tempo, sistemas de projetos, orçamentos, planejamento e acompanhamento de obras tornaram-se populares na indústria da construção civil (SIMÃO *et al.*, 2019).

2. OBJETIVOS

Diante do exposto, o presente trabalho possui como objetivo geral examinar, sob a perspectiva da comunicação, as potencialidades da tecnologia QR CODE como uma ferramenta de gestão em empresas do ramo da construção civil, especificamente à sua aplicação na administração e fiscalização de canteiros de obras. Observou-se que essa nova forma de comunicação está diretamente ligada à rapidez de enviar textos e/ou imagens a um custo mais acessível do que as comunicações telefônicas convencionais.

Tal análise se justifica, pois trabalhadores e empreendedores no ramo da construção necessitam se atualizar com as novas tecnologias. O novo usuário dessas tecnologias tem acesso a todas as informações literalmente na palma das mãos, muitas vezes absorvendo mais de uma tela simultaneamente. A questão central que guiou esta pesquisa foi: Como a implementação da tecnologia de códigos QR beneficia a gestão de obras?

Para tanto, foi utilizada uma revisão bibliográfica, realizada a partir de pesquisa em plataformas virtuais de trabalhos acadêmicos, tais como Google Acadêmico e Scielo. A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema (MARTINS, 2011).

Podemos somar a este acervo as consultas a bases de dados, periódicos e artigos indexados com o objetivo de enriquecer a pesquisa. Este tipo de pesquisa tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto (MARCONI, LAKATOS, 2017).

Neste estudo adotou como estratégia metodológica, a revisão bibliográfica – optou-se por utilizar a revisão narrativa que é um dos tipos de revisão de literatura, pela possibilidade de acesso a experiências de autores que já pesquisaram sobre o assunto. Tal revisão narrativa não é imparcial porque permite o relato de outros trabalhos, a partir da compreensão do pesquisador sobre como os outros fizeram (MARCONI, LAKATOS, 2017).

3 METODOLOGIA

Como complemento da pesquisa, foi realizado o acompanhamento em duas construtoras de diferentes setores. A Empresa A atuava com obras imobiliárias e a Empresa B com obras rodoviárias. Essas observações realizadas em campo destacaram a relevância do conhecimento adquirido na faculdade e os impactos provocados pela utilização de projetos desatualizados e tecnologias obsoletas nas obras atuais.

A metodologia aplicada da empresa A incluiu:

- Observação in loco dos processos de gestão de projetos;
- Coleta de dados sobre o uso de documentos impressos, como fichas de verificação de serviços (FVS);
- Análise do consumo de papel e os custos associados à impressão de projetos;
- Identificação de problemas na atualização e gerenciamento de documentos.

A metodologia da empresa B foi analisada da seguinte forma:

- Acompanhamento da execução de pavimentação de 40 km;
- Monitoramento do uso de equipamentos mobilizados, incluindo escavadeiras, motoniveladoras e caminhões;
- Coleta de dados sobre o preenchimento manual de checklists de equipamentos e controle de produção;
- Análise dos impactos da geração de resíduos e dos custos associados à impressão de documentos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 AVANÇO (EVOLUÇÃO) DAS TECNOLOGIAS NO CANTEIRO DE OBRAS

O setor da indústria da construção civil é conhecido por sua cadeia produtiva complexa e diversificada, composta por uma variedade de atividades com diferentes níveis de complexidade, conectadas por diversos produtos e processos tecnológicos (NEIVA NETO, 2013). Para aprimorar a eficiência, precisão e confiabilidade no setor, a indústria da construção tem buscado adotar inovações tecnológicas, como o Modelo de Informações do Edifício (BIM - *Building Information Model*), visando facilitar a tomada de decisões e melhorar a comunicação.

Dentro do contexto do modelo BIM, o uso de QR CODEs emerge como uma ferramenta crucial para o funcionamento do sistema. Eles permitem a integração de um sistema computadorizado capaz de registrar ordens de serviço diárias, rastrear registros, gerenciar solicitações de serviço e armazenar informações de manutenção, o que reduz significativamente esforços e tempo no gerenciamento das instalações (MOREIRA, HIPPERT, 2016).

No Brasil, a indústria da construção civil está em transição de uma abordagem artesanal de produção para uma mais orientada à produtividade e eficiência. Está-se testemunhando a transformação dos canteiros de obras tradicionais e hierarquicamente organizados para canteiros mais digitais e autônomos (MARTINS, 2014). Até mesmo a concepção e construção de pequenas edificações podem envolver um alto nível de organização, diálogo e compartilhamento de informações em toda a cadeia de suprimentos da construção (SILVA, GROETELAARS, 2021).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm revolucionado a forma como as pessoas acessam informações, serviços e tecnologias, impactando profundamente o conhecimento e a disponibilidade de informações em tempo real. Não são apenas as TICs que são inovadoras, mas sim a maneira como as pessoas as utilizam para alcançar novos objetivos e transformar seus ambientes (MONTEIRO FILHA *et al*, 2010).

Não seria apenas o uso de tecnologias isoladas que impulsionará a indústria da construção civil, mas sim o uso conjunto de várias tecnologias, garantindo um melhor controle e gerenciamento dos canteiros. É por meio das tecnologias de

gestão e análise de dados que as empresas podem otimizar seus processos produtivos e empresariais, verdadeiramente inovando os setores (MONTEIRO FILHA *et al*, 2010).

4.2 IMPACTO NA QUALIDADE DA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA

É possível deduzir que a adoção das novas tecnologias da Indústria 4.0 trará uma série de benefícios, como aumento da produtividade, implementação de processos de manufatura enxuta, personalização em escala sem precedentes, redução de custos, transparência nos negócios, melhoria da segurança, diminuição de erros, economia de energia, preservação ambiental, redução de desperdícios e melhoria da qualidade de vida (DACOL, 2016).

A implementação dos conceitos da Indústria 4.0 pode resultar em uma economia de R\$ 73 bilhões por ano para o Brasil. Destes, R\$ 35 bilhões seriam economizados anualmente com a redução de custos de manutenção de máquinas, R\$ 31 bilhões com ganhos de eficiência produtiva e R\$ 7 bilhões com economia de energia. Em termos percentuais, a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 poderia levar a uma redução nos custos de manutenção entre 10% e 40%, diminuição no consumo de energia entre 10% e 20% e aumento na produtividade do trabalho entre 10% e 25% (DACOL, 2016).

Contudo, é necessário destacar alguns desafios que os gestores precisam considerar ao optarem pela implementação dessas tecnologias. A operação dessas tecnologias exigirá profissionais capacitados, sendo que pode ser difícil encontrar profissionais com esse perfil, dado que se trata de soluções inovadoras (OLIVEIRA, 2019).

Nesse sentido, as empresas precisam estar preparadas para investir em treinamento e desenvolvimento de colaboradores. Um exemplo de desafio é a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que entrou em vigor no Brasil em 2018 (BRASIL, 2018). Essa legislação garante a preservação dos dados dos usuários e regula as atividades de tratamento de dados pessoais, exigindo que as empresas adaptem seus processos e garantam a conformidade com a lei.

A segurança é fundamental nesse contexto, pois o armazenamento de informações combinadas em sistemas físicos e digitais pode estar sujeito a ataques cibernéticos. As empresas precisam estar cientes de suas vulnerabilidades tanto nos

sistemas corporativos quanto nos operacionais e devem implementar medidas de segurança de dados (ABIKO; GONÇALVES, 2013).

Nesse contexto, o aumento nos custos de construção, causado pelos resíduos, é de cerca de 6%. Os custos com mão de obra e materiais são muito significativos no orçamento da construção, por isso precisam ser acompanhados com atenção. O atraso na conclusão da obra também impacta significativamente no custo final, pois quanto mais tempo a obra demorar para ser concluída, maior será o gasto com pagamento e utilização de materiais (MATOS, 2018).

Um bom planejamento de construção prevê esses custos desnecessários e tenta evitar esses desperdícios e retrabalhos, o que leva à economia de recursos, criando assim a necessidade das empresas criarem uma cultura de planejamento para melhorar a qualidade e obter mais controle sobre seus processos. Outras vantagens que o planejamento pode trazer são: pleno conhecimento da obra; a descoberta de condições desfavoráveis; cuidado nas decisões; relação com orçamento; otimização da alocação de recursos; referência de monitoramento; metas; criação de dados; expertise (GROHMAN, 2022).

O conhecimento real da situação atual e a proposta de formas de melhorar o desempenho do setor em termos de possíveis desperdícios torna-se uma necessidade na situação atual de crescente concorrência entre empresas e crescentes exigências por parte dos compradores de empregos. O fardo desta imprudência está espalhado por toda a sociedade, não só através do custo crescente de manutenção dos edifícios, mas também através do custo de recolha e eliminação de resíduos.

Na maioria das vezes, esses resíduos são retirados dos canteiros de obras e despejados secretamente em locais como terrenos baldios, às margens de rios e lagos, o que causa diversos problemas ambientais e sociais, como contaminação do solo com concreto, tintas e solventes ; o aumento do número de insetos e outros vetores que contribuem para a propagação do problema de saúde pública (SOIBELMAN, 2023).

É necessário reduzir ao máximo o desperdício de materiais do ponto de vista ambiental e social, porque o desperdício elevado reduz a disponibilidade futura de materiais e energia e cria necessidades desnecessárias no sistema de transportes. Altas incidências de perdas de materiais têm sido identificadas como uma das causas dos elevados custos de construção, uma vez que seus custos são

frequentemente repassados aos clientes. Estas perdas podem refletir uma diminuição dos lucros das empresas de construção ou uma diminuição da competitividade das empresas que não têm em conta as perdas reais nos seus orçamentos. Apesar das grandes necessidades sociais e de mercado, continua o elevado nível de desperdício devido ao desenvolvimento de zonas industriais. Os prejuízos causados pelo desperdício de materiais podem ser vistos de diversas maneiras: redução de lucros, aumento de custos para o cliente e para a sociedade. Essa perda pode levar à redução de desempenho, produtividade e qualidade. (MENDES *et al*, 2010).

O nível de construção social passa diretamente pelo canteiro de obras, se houver um canteiro desorganizado certamente desperdiçaremos material, tempo para fazer a obra, aumentaremos o preço final da obra e poderemos até sofrer acidentes de trabalho. Não faz sentido falar em qualidade da obra ou produtividade no processo construtivo quando não há planeamento da área onde ocorrem os serviços de produção da construção.

Nota-se que existe um potencial significativo de retorno de qualidade nas atividades de incorporação imobiliária. O planeamento do local é uma das áreas negligenciadas do gerenciamento de edifícios; as decisões são tomadas à medida que surgem problemas à medida que o edifício muda. Com isso, muitas vezes os canteiros de obras não atendem aos requisitos em termos de organização e segurança, longe de criarem uma boa imagem das empresas no mercado, acabam criando um sentimento de alienação dos clientes. (SHIMIZU, 2010).

O planeamento do local desempenha um papel importante na eficiência operacional, no cumprimento de prazos, custo e qualidade da construção, porém, os gestores geralmente aprendem a fazer esta tarefa apenas por tentativa e erro durante anos de trabalho. De forma genérica, tem sido identificada a falta de métodos definidos para o planeamento de estaleiros de construção, observando num inquérito aos gestores de estaleiros que os planos são muitas vezes elaborados com base na experiência, na compreensão e na adaptação de projectos anteriores para atender às necessidades de outros (SHIMIZU, 2010).

Assim, a implementação das aplicações da Indústria 4.0 traz tanto impactos quantitativos quanto qualitativos para as empresas. No entanto, essa implementação também traz consigo desafios que precisam ser enfrentados por meio de uma gestão e planeamento eficazes.

4.3 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS UTILIZADAS

No contexto da Indústria 4.0, diversas tecnologias utilizadas na indústria da construção civil são destacadas:

BIM (Modelagem da Informação da Construção): É um processo otimizado que abrange todas as fases do empreendimento, desde a concepção até a operação, permitindo o planejamento, projeto, construção, utilização e manutenção de uma construção ao longo de seu ciclo de vida.

Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs ou drones): São aeronaves de pequeno porte que realizam controles remotamente ou por coordenadas pré-definidas, facilitando medições e vistorias na construção civil, tanto durante a fase de canteiro como após a conclusão da obra.

Inteligência Artificial (IA): Utilizada para simular a capacidade de cognição humana na resolução de problemas de engenharia, empregando métodos computacionais para manipular símbolos e bases de conhecimento estruturadas.

Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA): São tecnologias que proporcionam uma experiência imersiva aos usuários, permitindo a visualização do mundo real dentro de um ambiente digitalmente controlado. A RA integra objetos virtuais ao mundo real, criando cenas aumentadas que melhoram a percepção dos usuários.

Sensores de Varredura 3D: Permitem a modelagem 3D a partir da aquisição de dados de uma cena, convertendo pontos 3D em redes trianguladas ou superfícies texturizadas, que servem como base para a reconstrução virtual de cenas reais. (ABIKO; GONÇALVES, 2013, p. 45).

Essas tecnologias desempenham um papel crucial na modernização e otimização dos processos na indústria da construção civil, proporcionando maior eficiência, precisão e facilidade na execução de uma variedade de tarefas, desde o planejamento até a operação das construções (HIPPERT *et al*, 2019).

A combinação das varreduras 3D com o uso do BIM permite que as empresas trabalhem com dados mais confiáveis em comparação com outros métodos de levantamento. No mercado atual, há diversos sensores de luz estruturada por radiação infravermelha que, quando acoplados a tablets, podem realizar varreduras 3D para modelagem de forma simplificada (HIPPERT *et al*, 2019).

Um dos problemas do setor de construção no Brasil hoje é a baixa qualidade dos projetos, e os problemas de compatibilidade entre os diversos projetos necessários para a concretização do projeto. A maior parte desses problemas advém de projetos inadequados, que contribuem para o aparecimento de patologias na construção, a cobrança de serviços adicionais, o aumento dos prazos de execução e entrega e, conseqüentemente, o aumento dos custos (FAVARIN; FARIAS, 2022).

Depois, há necessidade de desenvolver e introduzir tecnologia para evitar esta possível perturbação e aumentar a qualidade e a eficiência das operações e a produtividade. A tecnologia BIM surge como alternativa para substituir sistemas que dominam o mercado, como o AutoCAD, software da Autodesk (LINS, 2012).

Foi amplamente utilizado nas décadas de 1990 e 2000. Este software é amplamente utilizado para criar projetos 2D, sejam elétricos e arquitetônicos. No entanto, este plano encontra dificuldades e atrasos na fase de concepção, uma vez que a alteração de uma simples porta pode levar à modificação de vários planos já concluídos, provocando grandes alterações, bem como conflitos e diferenças entre os vários projetos necessários para concretizar (LINS *et al.*, 2012).

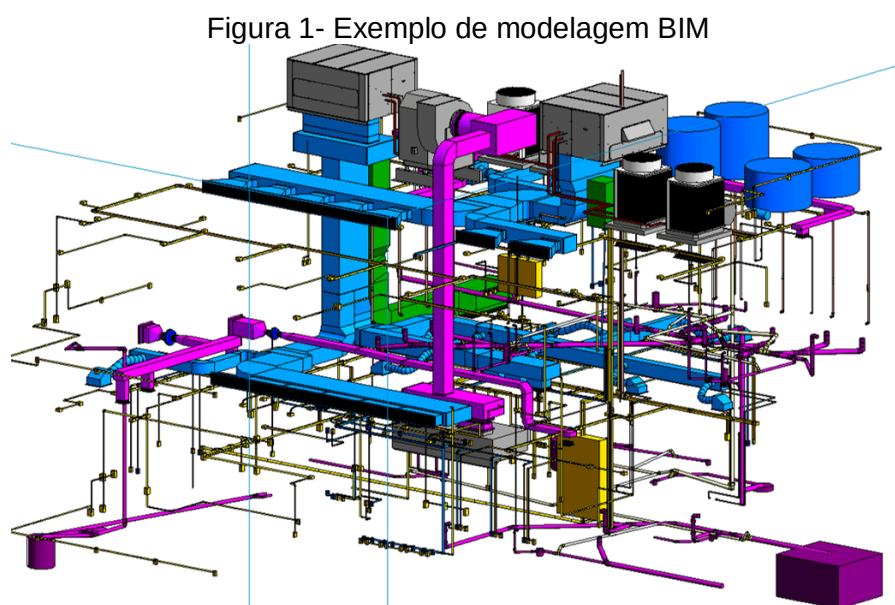
Com o auxílio da tecnologia BIM é possível obter modelos visuais da construção mais precisos, facilitando e simplificando as etapas da obra, com melhor controle e análise em relação aos processos manuais. Por existirem diversas funções integradas em seu sistema, a tecnologia BIM possui muitas funções necessárias para ilustrar o ciclo de vida da construção, para auxiliar os processos integrados do projeto, resultando assim em uma melhor qualidade de trabalho, e uma redução no tempo de construção (REZENDE *et al.*, 2013).

Alguns dos softwares mais utilizados utilizando a tecnologia BIM são: REVIT (software AUTODESK) Ms Project, Archicad e NavisWorks (REZENDE *et al.*, 2013). Um sistema BIM permite que projetos sejam desenvolvidos de forma colaborativa, o que aumenta a capacidade de correção de erros e resolução de inconsistências. Esta melhoria na qualidade do projeto contribui para a utilização de materiais pré-fabricados, pois não podem ser alterados no local (REZENDE *et al.*, 2013).

Com a utilização de sistemas BIM é possível planejar o andamento da construção de forma eficiente e eficaz. Comparados à modelagem convencional, baseada em desenhos 2D, que contêm apenas informações geométricas sobre a edificação, sem qualquer outro tipo de informação ou informação sobre a construção, os sistemas BIM fornecem informações avançadas sobre cada elemento, proporcionando diferentes tipos de análises (SOUZA, 2010).

O tecnologia BIM, se utilizada de forma adequada, podem trazer muitas melhorias na indústria da construção, como a redução de problemas comuns como a separação das fases de projeto, identificação tardia de interferências entre o projeto da edificação e os projetos auxiliares, desperdício de materiais, retrabalho, alta e baixa produção, custos e a qualidade dos produtos finais (SOUZA, 2010). Atrasada

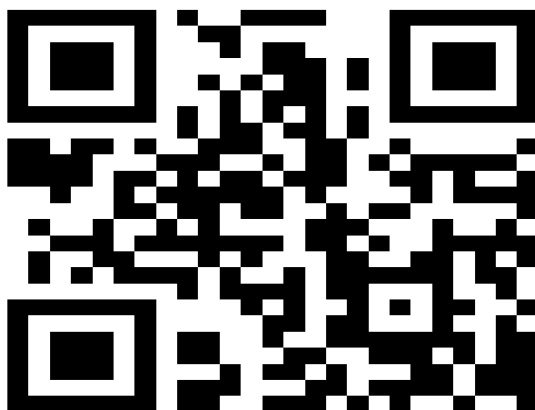
no uso da tecnologia da informação em relação a outros setores, com o tempo, a comunidade da construção terá a oportunidade, através do BIM, de mostrar novos métodos no campo da tecnologia e da informação, planejamento e gestão de projetos em grandes empresas (SOUZA, 2010). A figura 1 representa um exemplo de modelagem da tecnologia BIM, integralizando diferentes projetos:



Fonte: KEMP (2024).

Os códigos de barras ou os QR CODEs são etiquetas que armazenam informações decodificadas por dispositivos específicos e são amplamente utilizados no gerenciamento e controle de arquivos e materiais, armazenamento de informações de manutenção, solicitações de serviços, entre outros. Isso possibilita a decodificação, armazenamento, transferência e compartilhamento de dados de forma simples e dinâmica, a um baixo custo (FRANCKLIN JUNIOR; AMARAL, 2008). A figura 2 mostra o modelo de um QR Code, utilizado para leitura de informações:

Figura 2 - Exemplo de QR Code



Fonte: Medium (2012)

A Ficha de Verificação de Serviço (FVS) digital, exemplificada na Figura 3 assegura de forma evolutiva que os materiais controlados e os produtos dos serviços de execução, além da obra a ser entregue ao cliente, estejam de acordo com os requisitos definidos, evitando seu uso, liberação ou entrega não intencional (MEDEIROS, 2021).

Figura 3 – Exemplo de FVS

FVS - Ficha de Verificação de Serviço			Serviço: Forma, Armadura e Concretagem				Folha 1/2	
Empresa responsável pela execução do serviço: (Caso haja mais de uma empresa responsável pela execução do serviço, identificar até que pavimento cada empresa executou).			Bloco:					
Local ->								
Serviço	Etapas	Método de verificação						
Montagem de fôrma	Alinhamento	Alinhamento dos painéis externos, com linha de nylon.						
	Travamento	Travamento e encaixe dos painéis visualmente						
	Nivelamento	Nível do fundo das fôrmas com nível de mangueira ou laser (desvio máx. 5mm)						
	Prumo	Prumo com prumo de face (desvio máx. 3mm)						
	Escoramento	Escoramento, posição e quantidade visualmente, de acordo com o projeto						
Montagem de armadura	Amarração e posicionamento	Amarração firme, armadura sem contato com as fôrmas visualmente Conferência da armadura de acordo com projeto						
	Armadura negativa	Posicionamento e fixação da armadura negativa com o metro						
Instalações	Furos de passagem e caixas	Posicionamento, vedação e reforço de armação de acordo com o projeto						
	Tubulações	Posicionamento, tipo e vedação						
Concretagem de peça estrutural	Nivelamento de mestras	Colocação de mestras com altura de acordo com o projeto						
	Falhas de concretagem	Falhas de concretagem após a desforma visualmente						
Desforma	Reescoramento	Posicionamento do reescoramento, visualmente, de acordo com o projeto						
Legenda			Em branco (local não inspecionado)		Aprovado O	Reprovado X	Aprovado após reinspeção ⊗	

Fonte: Mais Controle (2023)

A Identificação por Radiofrequência (RFID) utiliza ondas de rádio eletromagnéticas para captar informações contidas em dispositivos eletrônicos. Complementar ao código de barras, a RFID fornece não apenas uma ligação entre as informações e os materiais, mas também oferece uma saída em formato eletrônico imediatamente utilizável para identificações únicas ou como um hiperlink para uma base de dados (MEDEIROS, 2021). A Figura 4 demonstra o uso direto dessa tecnologia:

Figura 4 – Exemplo de RFID



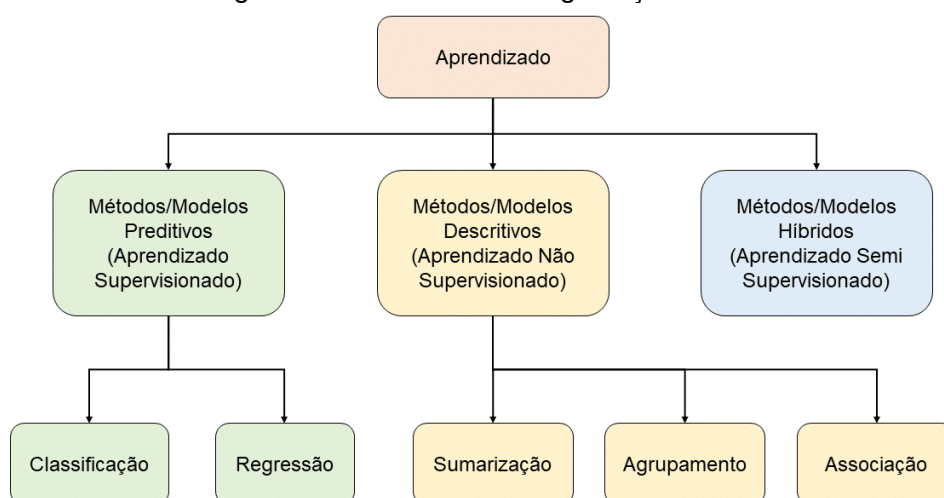
Fonte: CPCON (2023)

O Acompanhamento Instantâneo de Imagens (AII) classifica imagens em categorias pré-estabelecidas, permitindo identificar funcionários em situações de risco ou irregularidades. Essas tecnologias têm sido fundamentais para melhorar a eficiência e a segurança nos processos da construção civil (MEDEIROS, 2021).

O aprendizado de máquinas, conhecido como machine learning, é uma das áreas mais exploradas da Inteligência Artificial para a classificação de imagens, permitindo que as máquinas aprendam a reconhecer padrões com base em casos e experiências anteriores. Esse conceito abrange não apenas o machine learning, mas também o deep learning. Quando aplicado na construção civil, preferencialmente analisando situações em tempo real, possibilita a identificação de funcionários em situações de risco ou irregularidades (PARRA, 2015).

O aprendizado de máquinas (AM) é considerado um ramo da inteligência artificial, pois extrai padrões significativos a partir de exemplos, sendo um componente da inteligência humana. Na construção civil, os modelos mostraram que lesões em obras apresentam padrões e tendências detectáveis por meio do aprendizado estatístico, quando combinados com uma base de dados suficientemente grande (FRANCKLIN JUNIOR; AMARAL, 2008). A figura 5 apresenta os conceitos de Machine Learning, trazendo suas características gerais:

Figura 5 - Machine Learning. Noções Gerais



Fonte: Embarcados (2023)

Percebe-se que inovações tecnológicas como IA, RA e RV não surgiram no setor da construção, mas são utilizadas para renovar e otimizar o planejamento e o gerenciamento. Ferramentas como VANT, sensor de varredura 3D, código de barras, QR CODE e RFID também não surgiram na construção, mas são amplamente utilizadas, principalmente para monitorar e acompanhar o progresso das obras.

Ao contrário das Fichas de Verificação de Serviço Digital, que foram criadas para modernizar e otimizar o processo de acompanhamento de alguns serviços na construção civil e foram especificamente desenvolvidas para esse setor, o BIM também teve origem na indústria da construção, mas não é uma ferramenta ou tecnologia em si, mas sim um processo otimizado. Outros processos surgiram fora do setor da construção, mas estão sendo adaptados para uso dentro do setor, e

podemos considerá-los inovações tecnológicas, como é o caso do Acompanhamento Instantâneo de Imagens e do Aprendizado de Máquinas (PARRA, 2015).

Entre essas inovações, destaca-se a FVS, que tem como objetivo controlar os serviços em execução no empreendimento, visando assegurar, de forma progressiva, que os materiais e produtos dos serviços estejam em conformidade com os requisitos definidos, evitando seu uso, liberação ou entrega involuntária (KRAINER *et al*, 2018). Porém, com o preenchimento da ficha de forma digital e de forma direta no sistema da empresa, oferece maior controle e facilidade de acesso às informações em comparação com a versão em papel. Além disso, fornece informações padronizadas, possibilita maior autonomia de planejamento e controle das obras e oferece maior rastreabilidade das informações (KRAINER *et al*, 2018).

4.4 COMPARAÇÕES ENTRE OBRAS COM TECNOLOGIAS ATUAIS E CONSTRUÇÕES TRADICIONAIS

A implantação dessas tecnologias inovadoras prevê a garantia de muitas vantagens para a construção civil. Tais vantagens podem ser definidas como:

- Levar à redução de custos;
- Aumentar a segurança no trabalho;
- Assegurar sustentabilidade ambiental;
- Salto de produtividade e qualidade para as indústrias (MEDEIROS, 2021).

Além de trazer vantagens, a Construção 4.0 enfrenta desafios específicos. Na construção civil, a mecanização já é uma realidade em várias etapas da obra, como na aplicação de concreto e no transporte por guias e guindastes. No entanto, em algumas fases do processo construtivo, ainda persistem tarefas manuais pouco produtivas e com alto desperdício, como o revestimento de fachadas com massa preparada no canteiro (OLIVEIRA, 2019).

A mecanização tem um impacto financeiro significativo na obra, pois reduz a necessidade de mão-de-obra e minimiza o desperdício de materiais. As vantagens são ainda maiores se o investimento e a viabilidade dos equipamentos forem avaliados antecipadamente, pois o planejamento facilita a organização dos processos e melhora a qualidade dos serviços. No entanto, antes de equipar o

canteiro com uma grande quantidade de equipamentos mecânicos, é crucial realizar uma análise dos custos envolvidos, determinar quais equipamentos usar e identificar oportunidades de economia de recursos (OLIVEIRA, 2019).

A tecnologia trouxe inúmeros benefícios para o setor da construção civil, não apenas em termos de eficiência e produtividade do processo, mas também na qualidade das representações apresentadas ao cliente. Assim, os clientes podem visualizar seus projetos com maior detalhamento e proximidade da realidade, o que aumenta significativamente o apelo de venda dos projetos arquitetônicos.

A utilização de recursos tecnológicos na construção civil oferece uma série de benefícios significativos, destacando-se:

- Redução de custos
- Análise e prevenção de riscos
- Aumento da produtividade
- Maior segurança para o projeto
- Otimização de tempo e processos
- Minimização de problemas de compatibilidade entre projetos
- Cumprimento do cronograma da obra
- Melhoria da qualidade final do projeto (NASCIMENTO; SANTOS, 2013, p. 18).

A tecnologia na construção civil desempenha um papel crucial para garantir precisão em todas as fases de uma obra, desde o planejamento até a execução. A adoção de inovações e sistemas voltados para os processos de construção podem trazer benefícios diversos (RICARDINO *et al*, 2018).

O emprego de tecnologias permite prever riscos, erros e até acidentes durante o desenvolvimento de uma obra. Sistemas que visam controlar as etapas e alcançar os resultados desejados permitem medir o desempenho da equipe e o rendimento dos materiais durante a execução (RICARDINO *et al*, 2018).

Isso proporciona previsibilidade do orçamento necessário e acompanhamento dos custos em tempo real. Dessa forma, é possível monitorar os gastos com materiais, mão de obra, equipamentos e despesas, evitando surpresas indesejadas ao final do projeto e imprevistos que poderiam aumentar o custo total da obra (RICARDINO *et al*, 2018).

Certas etapas em uma construção demandam muito tempo se forem realizadas manualmente. No entanto, com o uso de ferramentas adequadas, é possível reduzir significativamente o tempo necessário para a conclusão dessas

atividades. Isso aumenta a produtividade dos trabalhadores e permite um acompanhamento mais eficiente do cumprimento dos prazos e a resolução de problemas, caso ocorram imprevistos (KRAINER *et al*, 2018).

A segurança no canteiro de obras, um dos pilares fundamentais da construção civil, é amplamente influenciada pela tecnologia. Essa influência se manifesta através da adoção de itens modernos e adequados, como os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs). Esses dispositivos não apenas são obrigatórios, mas também possibilitam o monitoramento contínuo das atividades, desempenhando um papel crucial na redução de acidentes. Tal mitigação é essencial para evitar prejuízos, disputas legais e a redução da produtividade devido à incapacitações dos trabalhadores. Mais significativamente, essas medidas representam uma salvaguarda vital à integridade física dos colaboradores (KRAINER *et al.*, 2018).

A comunicação desempenha um papel essencial em qualquer obra bem-sucedida. A tecnologia na construção civil facilita esse processo ao favorecer o registro de informações (SIMÃO *et al.*, 2019).

Muitos dados são coletados e armazenados automaticamente, o que garante e reforça a confiabilidade das informações compartilhadas entre gestores e suas equipes. Além disso, a tecnologia torna mais fácil o compartilhamento desse conhecimento, promovendo a democratização das informações. Com uma melhor conexão entre os setores, é possível obter um desempenho mais eficiente (SIMÃO *et al*, 2019).

O acompanhamento do progresso da obra é crucial para garantir que tudo seja executado conforme o planejado. No entanto, sem um controle efetivo das informações, torna-se mais difícil identificar o que ainda precisa ser feito ou onde estão os principais pontos de melhoria. Com o auxílio da tecnologia, todas as informações são registradas de maneira adequada, o que leva a uma tomada de decisão embasada e precisa.

4.5 INTRODUÇÃO DE QR CODES NO MUNDO DIGITAL

O termo “código” apresenta diversas definições, conforme o dicionário Aurélio, uma delas é “o conjunto de regras que permite a transposição de sistemas de símbolos sem alterar o significado da informação transmitida”. Em um contexto mais

amplo, um código é “um sistema de símbolos que, por convenção estabelecida, se destina a representar e transmitir uma mensagem entre a fonte (o autor) e o ponto de destino (o leitor)” (PIGNATARI, 2004, p. 15).

O QR CODE, lançado em 1994 e aprovado em 1997 pela empresa japonesa Denso-Wave, é um exemplo de código bidimensional que armazena informações decodificáveis por dispositivos específicos compatíveis com a tecnologia. Enquanto os códigos de barras armazenam dados em dimensões verticais, o QR CODE é matricial, transmitindo bits por meio de imagens digitais ou analógicas, nas dimensões verticais e horizontais (MELGAR, 2013).

Inicialmente, os QR CODEs eram usados em fábricas automobilísticas para catalogar diferentes partes do produto final. A partir de 2003, começaram a ser testados para identificar endereços eletrônicos por meio de celulares e computadores. Atualmente, os QR CODEs são os códigos matriciais mais comuns no mundo do marketing e das vendas, encontrados em diversos locais do cotidiano, como lojas, revistas, ônibus, entre outros. Eles têm uma gama variada de usos na computação, incluindo a capacidade de executar programas com diferentes aplicativos e o uso de criptografia (MELGAR, 2013).

O QR CODE, uma imagem de código de barras 2D em duas cores, pode ser interpretado por dispositivos móveis. Quando a informação contida no QR CODE está no formato de URL (*Uniform Resource Locator*), o smartphone é direcionado automaticamente para o endereço fornecido na internet, proporcionando acesso fácil e rápido, funcionando como um hiperlink que conecta uma imagem ao texto ou foto em uma plataforma online (PARRA, 2015).

O desenvolvimento do QR CODE surgiu da necessidade de expandir a capacidade dos códigos de barras tradicionais, permitindo a medição de mais informações de maneira prática e ágil. Comparado ao código de barras, o QR CODE pode armazenar 354 vezes mais informações e aceitar todos os tipos de caracteres (Kanji, Kana, símbolos etc.). Sua velocidade de leitura é 10 vezes mais rápida, graças às marcações delimitadas pelos quadrados em suas extremidades (PARRA, 2015).

A origem do código QR remonta à necessidade de melhorar a identificação do produto para fins de marketing na década de 1930, quando começaram os estudos com o que hoje é conhecido como código de barras (REZENDE, 2015).

Até a invenção do código de barras, outros dispositivos, como cartões de crédito e caixas registradoras, estavam sujeitos às exigências da época. As caixas registradoras, por exemplo, exigiam que cada produto tivesse uma etiqueta de preço. Esta situação revelou-se impossível em tempos de inflação, quando os preços dos produtos mudavam constantemente e eram necessários mais trabalhadores para alterar os preços a tempo. Após a sua criação, o código de barras foi reconhecido mundialmente pelos benefícios que trouxe, entre eles: rapidez no trabalho, melhor controle de estoque e confiabilidade das informações (LORENZON, 2018).

Devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, surgiu a necessidade de armazenar mais informações dentro do código, o que levou ao desenvolvimento de uma nova estrutura de código. Essa necessidade foi atendida com a criação do Datamatrix e do Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, o código QR, ambos considerados códigos bidirecionais. O primeiro é utilizado nos setores automotivo e de saúde. Em segundo lugar, o material didático deste artigo é amplamente utilizado (MAXIMIANI, 2015).

A palavra código QR significa Código de Resposta Rápida. Esta tecnologia foi criada no ano de 1994 com o primeiro intuito de escrever peças para carros do grupo Toyota, que são desenvolvidas livremente, para serem conhecidas em todo o mundo. Isso resultou na dispensa de qualquer tipo de pagamento pela sua utilização (MAXIMIANO, 2015).

Outra vantagem vinculada ao uso de um código QR é sua capacidade de armazenamento. Seu código pode armazenar centenas de vezes mais informações do que um código de barras padrão. Além disso, permite seu uso mesmo para códigos fisicamente danificados. Um código QR possui vários recursos que o tornam diferente de outros códigos. Entre eles, os padrões de alinhamento se destacam, que são usados para corrigir distorções quando a imagem é colocada em locais aleatórios.

Outra questão importante são os padrões de localização, que são colocados nas três extremidades do código. Eles visam separar o código de outras imagens, para evitar erros de leitura. O código QR também revela os padrões de ajuste, que são compostos de módulos em preto e branco responsáveis por identificar o centro e corrigir imagens distorcidas. Além disso, há um local de silêncio que separa o

código. Esta é uma área fora de impressão e é importante estudar (MAXIMIANO, 2015).

A área de dados contém a região onde as informações são codificadas em binário. Estes são convertidos em módulos em preto e branco para compor a imagem. Existem 8 tipos de máscaras que definem a melhor posição para esses módulos. A seleção da melhor máscara é feita através de 4 cálculos matemáticos chamados penalidades. Penalidades são critérios estabelecidos para ter uma melhor distribuição entre bits em preto e branco. A máscara que apresenta a menor penalidade é a escolhida como a imagem do código QR. Todos esses padrões estão presentes no código QR que ajuda ao aprender, a serem concluídos de maneira rápida e eficiente (MELGAR, 2013).

Além de sua aplicação em marketing e vendas, o QR CODE tem um papel significativo na área da saúde, onde médicos podem acessar o histórico do paciente, bem como resultados de exames e laboratórios, agilizando o trabalho do profissional e reduzindo erros de diagnóstico (MELGAR, 2013).

Outra utilidade relevante do QR CODE, é na indústria editorial, permitindo a leitura de livros e periódicos por meio de smartphones e tablets, rompendo com o formato tradicional de documentos impressos. Na área de segurança e controle de acesso, substituiu-se os crachás por QR CODEs, lidos por smartphones dos usuários, promovendo sustentabilidade ao eliminar a necessidade de impressão e reimpressão de documentos de identificação (MELGAR, 2013).

O QR CODE se difundiu rapidamente em vários países, especialmente no Japão, devido às suas vantagens, como maior capacidade de armazenamento de dados, suporte para diferentes caracteres, uso livre no domínio público sem custos de direitos autorais, padrão de estrutura que não requer pré-requisitos, disponibilidade de aplicativos de leitura para dispositivos móveis e reconhecimento como padrão internacional ISO desde 2000 (PARRA, 2015).

A criação do QR CODE torna evidente que os computadores se tornam cada vez mais integrados à nossa vida cotidiana, presentes em dispositivos como agendas, óculos, roupas, e até mesmo no ambiente urbano, refletindo uma evolução tecnológica que está se tornando cada vez mais imperceptível no cotidiano.

4.6 PASSO INICIAL DO QR CODE NO CANTEIRO DE OBRA

Considerado como uma evolução do código de barras, o QR CODE, ou Código de Resposta Rápida em português, é um tipo de código bidimensional que pode armazenar uma grande quantidade de dados e ser facilmente escaneado por câmeras de smartphones. Sua origem remonta ao Japão dos anos 1990, onde foi desenvolvido para rastrear peças na indústria automobilística. Desde então, sua aplicação tem se expandido para diversos setores, incluindo varejo, logística e construção civil (MELGAR, 2013).

Na indústria da construção, os QR CODEs têm se destacado como uma ferramenta para agilizar e otimizar diferentes processos. Devido à sua fácil assimilação e custo acessível, eles têm se tornado cada vez mais comuns nos canteiros de obras. Uma das principais aplicações é facilitar a leitura de projetos, onde os QR CODEs são impressos em etiquetas e colocados em locais estratégicos da obra. Isso permite que qualquer pessoa autorizada possa escanear o código diretamente de seu smartphone ou tablet, acessando informações atualizadas e evitando retrabalhos causados por consultas a versões desatualizadas (MELGAR, 2013).

Além disso, construtoras no Brasil têm utilizado os QR CODEs para melhorar a gestão de pessoal, fixando-os nos capacetes dos colaboradores. Essa prática possibilita identificar se os trabalhadores possuem os requisitos necessários para realizar determinadas atividades, facilitando visitas e auditorias. Além disso, os QR CODEs têm sido empregados para disseminar vídeos e conteúdos instrutivos, apoiando a execução de serviços críticos (MEDEIROS, 2021).

Integrados a softwares de gestão de ativos, os QR CODEs podem ser úteis no rastreamento de objetos, como ferramentas, equipamentos e consumíveis, simplificando a identificação de cada item no canteiro de obras. Fora do ambiente de construção, eles também têm sido utilizados em ações de marketing e relacionamento com os clientes, permitindo que compradores de imóveis na planta acessem informações sobre o andamento da obra, incluindo imagens filmadas por drones e documentos de sua unidade (MIZUTANI, 2021).

É importante ressaltar que os QR CODEs são apenas um meio de acesso a determinado conteúdo armazenado em um repositório. Muitas aplicações só se

tornam viáveis com o suporte de software adequado, que garanta funcionalidades e segurança.

4.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO QR CODES

O QR CODE, ou Código de Resposta Rápida, é uma forma de linguagem que pode ser lida e interpretada por aplicativos de celular, permitindo acesso a sites, imagens, vídeos e outros dados. Sua popularidade crescente se deve à proliferação dos smartphones, tornando-se uma ferramenta acessível para um número cada vez maior de pessoas (MIZUTANI, 2021).

Muitos gestores reconhecem o potencial do QR CODE para melhorar a experiência de gestão, visto que pode atender às demandas diárias das organizações, desde o controle de acesso até o lançamento de campanhas de marketing. Sua familiaridade e praticidade, especialmente entre as gerações mais jovens, contribuem para sua aceitação e uso generalizado.

No entanto, apesar de suas vantagens, o QR CODE também apresenta desafios e riscos que os gestores precisam considerar ao decidir implementar essa tecnologia. No controle de acesso, por exemplo, a segurança pode ser comprometida se qualquer pessoa conseguir acesso à codificação, enquanto o usuário só descobre o conteúdo após a decodificação, o que pode resultar em acesso a dados indesejados.

Houve casos de problemas no uso do QR CODE, como no controle de acesso de produtos, onde a Amazon enfrentou bugs em seu novo formato de mercado, o Amazon Go. Nesse modelo, os produtos são identificados por QR CODEs, mas alguns itens podem não ser decodificados corretamente, causando prejuízos para a empresa (MIZUTANI, 2021).

Diante desses aspectos, é fundamental que os gestores adotem uma abordagem criteriosa ao utilizar o QR CODE em suas operações diárias. É essencial avaliar se a tecnologia atende aos objetivos do negócio e está alinhada com suas estratégias, evitando prejuízos e garantindo a segurança. Alternativas mais seguras, como controle via convites digitais, também devem ser consideradas, especialmente em áreas sensíveis como o controle de acesso (MORAES *et al*, 2016).

Além disso, o QR CODE oferece diversas oportunidades para o mundo empresarial, como melhoria da identidade e divulgação da marca, proximidade com o público-alvo e facilidade no controle financeiro. Pode ser utilizado para receber

pagamentos, divulgar produtos e serviços, promover promoções e realizar pesquisas interativas. Com ferramentas de análise de dados, é possível acompanhar os resultados e ajustar as estratégias conforme necessário.

4.8 IMPACTO NA UTILIZAÇÃO DO QR CODE

As empresas na área da construção civil têm se destacado por suas práticas inovadoras na gestão de obras e projetos, incorporando o QR CODE como uma ferramenta fundamental para o controle e documentação em suas operações. A utilização de etiquetas QR CODE permite rastrear e monitorar de forma abrangente a execução de edifícios, tanto nos escritórios quanto nos canteiros de obras remotos. Essa abordagem promove uma gestão eficiente da manutenção, permitindo que os usuários finais tenham acesso a manuais de operação e manutenção das edificações, garantindo uniformidade e segurança nas informações (MIZUTANI, 2021).

Além disso, o QR CODE é empregado no pós-ocupação como um meio de estabelecer um canal direto de comunicação com os usuários finais, possibilitando a coleta de feedbacks e sugestões que contribuem para melhorias contínuas. Essas informações estatísticas podem embasar decisões estratégicas das empresas, aprimorando o desempenho e a satisfação do cliente (MIZUTANI, 2021).

Empresas que adotaram a tecnologia discutida na fase de projetos comprovaram se tratar de uma ferramenta que otimiza a troca e armazenamento de informações, proporcionando eficiência no gerenciamento de documentos de forma online. A gestão eficaz dos documentos e informações é crucial para garantir a qualidade dos serviços, controlando as permissões de acesso aos arquivos e suas revisões, garantindo a disponibilidade das versões atualizadas para todos os envolvidos no processo de produção (MIZUTANI, 2021).

A troca de informações é facilitada pelo QR CODE presente nos carimbos de projetos, por exemplo, implementado inicialmente em duas obras de tipologias distintas. A utilização e implementação da ferramenta não apresentaram dificuldades significativas para os usuários e a equipe de gestão. Os ajustes no uso do QR foram realizados conforme as necessidades das equipes e a experiência prática nas obras. Foi necessário adaptar os formatos dos arquivos PDFs dos projetos para incluir o

selo QR, e a leitura do código no celular também foi ajustada para melhor usabilidade (MELGAR, 2013).

Nesta hipótese de aplicação, os usuários precisam fazer login para acessar o projeto em seus celulares, garantindo acesso apenas aos envolvidos naquela etapa do processo e assegurando a segurança da informação. O mesmo procedimento de login é necessário para a emissão de formulários, tanto em formato digital quanto em planilha, o que flexibiliza o trabalho da equipe. A principal vantagem do uso do código QR em documentos impressos é a rastreabilidade, segurança e rapidez dentro da obra, especialmente a partir da liberação dos projetos (MIZUTANI, 2021).

Empresas também adotaram a tecnologia QR CODE com o propósito de assegurar o progresso físico real das obras, integrando e automatizando a verificação da qualidade na medição e registro dos serviços executados. O progresso físico real serve como referência para a medição e pagamento dos empreiteiros. O uso do QR CODE segmenta os projetos em camadas, permitindo controlar e acompanhar os serviços executados, sendo remunerados apenas os serviços aprovados integralmente (GASPERIN, 2019).

Anteriormente, muitas empresas não apresentavam processos de medição de qualidade padronizados, de modo que os resultados eram específicos para cada obra e resultando, muitas vezes, em medições e pagamentos de serviços incompletos ou de qualidade questionável. Uma medição imprecisa impacta não só o contrato do empreiteiro, como também todo o planejamento e cronograma das obras (GASPERIN, 2019).

Atualmente, cada setor da obra pode receber um QR CODE disponibilizado em etiquetas no próprio local, vinculado ao orçamento, ao cronograma e aos requisitos de qualidade estabelecidos pela diretoria e gerência de uma corporação. Durante a execução, engenheiros podem consultar a programação dos serviços e realizar o recebimento, avaliando prazos e requisitos de qualidade (GASPERIN, 2019).

Os registros geram um *check-list* de pendências online que pode ser selecionado por unidade, torre, serviço ou empreiteiro. Ao finalizar cada setor mapeado pelo QR, é computado para medição ou pagamento do empreiteiro. Os principais benefícios com o uso dessa ferramenta incluem a redução de documentos impressos, maior organização, aumento do compromisso com os registros, identificação mais rápida de não conformidades, acompanhamento em tempo real

da evolução da obra, melhor análise do desempenho e redução do retrabalho (MIZUTANI, 2021).

4.9 COMPARATIVO DE RESULTADOS PERANTE A UTILIZAÇÃO DE QR CODES COMO TRABALHO

O QR CODE, ou Código de Resposta Rápida, surge como uma ferramenta essencial na construção civil, especialmente durante a pandemia de COVID-19. Nos canteiros de obras, essa tecnologia desempenha um papel fundamental na verificação do treinamento dos colaboradores e na garantia do cumprimento dos protocolos de segurança e saúde (NUNES *et al*, 2020).

Em diversos países, como Reino Unido, China, União Europeia, Índia, países árabes, Austrália, Estados Unidos e Canadá, o uso do QR CODE na construção civil tem se intensificado, principalmente devido à necessidade de distanciamento social imposta pela pandemia (NUNES *et al*, 2020).

No entanto, o QR CODE vai além das questões sanitárias e de segurança. Ele também é uma ferramenta valiosa para compartilhar projetos e atualizações, permitindo que todos os envolvidos na obra estejam cientes de possíveis alterações nas plantas. Isso ajuda a evitar erros e retrabalhos, aumentando a produtividade do empreendimento (MIZUTANI, 2021).

Desde 2011, o código de construção da cidade de Nova York, nos Estados Unidos, exige a presença de QR CODEs nos canteiros de obras e nos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) dos trabalhadores para a liberação de licenças de projetos (MIZUTANI, 2021).

No Brasil, por exemplo, a *construtech ConstruCODE* desenvolveu um aplicativo que converte automaticamente projetos em QR CODEs, proporcionando uma comunicação dinâmica e eficiente entre a equipe da obra. Isso permite a transmissão em tempo real de alterações realizadas nos projetos concebidos na ferramenta BIM (OLIVEIRA, 2019).

Em resumo, o QR CODE se tornou uma ferramenta indispensável na construção civil, não apenas durante a pandemia, mas também como um recurso eficaz para melhorar a comunicação, garantir a segurança dos trabalhadores e aumentar a eficiência dos projetos de construção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Empresa A, era essencial a gestão de controles de projetos, o preenchimento de fichas de verificação de serviços (FVS), o rastreamento de concreto e materiais qualitativos baseados principalmente em documentos impressos. Todas as formações e análises técnicas eram conduzidas com base nesses documentos, utilizando uma extensa base de dados para execução das obras. Ademais, os projetos eram impressos em folhas de tamanho A1 e A3, com dois modelos de edifícios sendo construídos simultaneamente no mesmo condomínio.

A partir dessas práticas, foi observado um consumo excessivo de papel durante a execução das obras e um custo elevado de impressões. As folhas, em sua maioria de tamanho A3, eram destinadas frequentemente como resíduos, evidenciando o desperdício de material no local visto que os documentos eram rapidamente descartados.

Além disso, foi constatado que alguns colaboradores consultavam e executavam projetos já obsoletos em revisão, o que indicava uma falta de atualização em tempo real dos documentos essenciais para a gestão do empreendimento, tornando-se um ponto frágil na qualidade e produtividade da obra. As informações precisas e corrigidas demandam um tempo considerável para serem atualizadas, resultando em um tempo de resposta reduzido na obra, o que impactava diretamente nos processos e nos resultados alcançados. Ademais, foram acompanhadas auditorias durante a pesquisa e, notava-se dificuldade da empresa em encontrar todas as informações armazenadas em documentos físicos, como por exemplo, ASO dos colaboradores e certificados de treinamentos de segurança e qualidade.

Já na Empresa B, foi realizado o acompanhamento da execução de pavimentação rodoviária de 40 quilômetros de extensão, cujo histograma da obra prevê 105 equipamentos mobilizados, sendo incluídas escavadeiras, motoniveladoras, caminhões caçamba e outras. Para o controle assertivo de diesel consumido e a aderência da manutenção é realizado diariamente o preenchimento do checklist de equipamento e lubrificação. Em média, são impressas 5.460 folhas em um mês para atendimento deste requisito.

A realização desse procedimento de forma manual, além de trazer custos para a obra e geração de resíduos devido ao alto número de folhas impressas, pode impactar também a gestão da frota visto que está sujeito a falhas na gestão dessas documentações. O processamento desses dados é extremamente relevante para garantir operação segura e evitar impacto na produtividade da obra. Além dos checklists, a empresa também realiza o controle manual da produção de serviço e folhas de pontos. Ambos processos são morosos para acompanhamento da gestão.

Nesse contexto, a geração excessiva de resíduos nos canteiros de obras é extremamente visível junto aos custos que podem ser evitados por uma gestão adequada neste setor. Para tal, os dispositivos móveis assumem um papel essencial ao facilitar a gestão de dados e informações.

Na utilização de tecnologias, destaca-se o uso de QR Code por meio de dispositivos móveis de forma a garantir a execução da obra em conformidade com projetos e procedimentos das atividades e equipamentos. Estes, podem auxiliar a trazer visibilidade de projetos sempre em suas últimas revisões, facilitar inspeções por meio de auditorias e garantir a rastreabilidade de materiais de forma eficiente.

Para tal, é possível utilizar QR Codes como via de acesso a documentos essenciais para o andamento da obra, como projetos e procedimentos referentes a cada serviço em execução. O modelo apresentado na Figura 6 abaixo pertence a Construcode, que é uma empresa que trabalha diretamente na gestão e criação de QR Codes inteligentes, isto é, organizados e agrupados em serviços específicos. Ele se destaca pela praticidade e pelo intercâmbio de informações, além da otimização do tempo de trabalho.

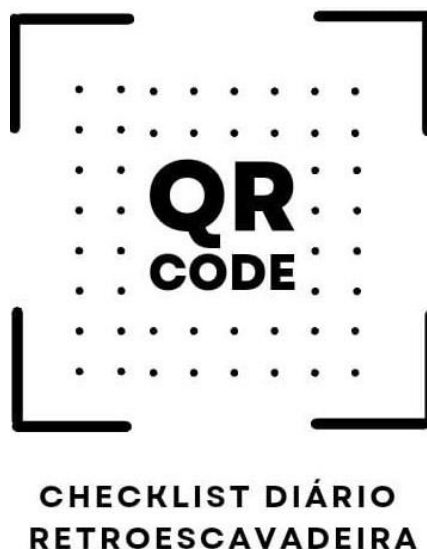
Figura 6 – Utilização de QR Codes pela Construcode na leitura de projetos



Fonte: TRUTEC (2022)

Como metodologia para melhoria da gestão de frota, é possível realizar a implantação de QR Code nos equipamentos para realização de checklists de segurança. Além disso, como otimização durante inspeções e auditorias, o QR Code pode ser aplicado também nos capacetes dos colaboradores para fácil acesso aos treinamentos e certificações realizados pelo funcionário, além da documentação de ASO. A Figura 7 representa um exemplo que poderia ser utilizado na manutenção de equipamentos como o uso de checklists.

Figura 7 – QR Code para checklists de equipamentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

O embasamento teórico e avaliações realizadas com o acompanhamento dos desafios na execução de diferentes obras evidenciam que a utilização de tecnologias é essencial para evolução do setor e garantir avanço de produtividade e sustentabilidade. Porém, sabe-se que para implantação das ações propostas neste trabalho existem desafios a serem enfrentados quanto ao acesso de tecnologias nas áreas mais remotas, como pontos sem rede de internet. Desse modo, vale analisar se é viável disponibilizar pontos de acesso de rede espalhados pela obra para garantir o acesso integral da tecnologia. Embora exista os QR Code offline, que permite você escanear o código sem a necessidade de internet, o mesmo só pode armazenar mensagens de texto.

Diante do exposto, com a evolução das tecnologias, é necessário que o mercado de construção civil no Brasil invista em inovações e aprimore as estratégias de gestão, visando a redução de custos e o aumento da produtividade.

6 CONCLUSÃO

Diante do estudo de projeto apresentado, é possível notar que o setor da construção civil é impulsionado pelas novas tecnologias, com a modernização dos métodos construtivos, comunicação entre os projetos para concepção da obra e a melhoria contínua de processos.

Deve-se considerar também a importância das tecnologias para garantir a assertividade na utilização de projetos atualizados, garantindo entregas seguras e com qualidade. É indiscutível que a tendência das empresas seja introduzir cada vez mais as tecnologias que contribuam para o seu crescimento quebrando as barreiras impostas pelo setor quanto à resistência de melhorias na qualidade do serviço.

Sendo assim, o projeto proposto está alinhado com uma construção enxuta, priorizando a redução do desperdício de tempo e custos dentro do ciclo de produção da obra, gerando valor de alta qualidade e produtividade dos processos envolvidos.

Portanto, os dispositivos móveis e a introdução do QR Code representam uma oportunidade para potencializar a coleta de dados e controle de informações no canteiro de obra, otimizando a gestão, auxiliando em tomadas de decisões e reduzindo custos diretos e indiretos associados à construção. Continuar explorando essas tecnologias pode resultar em uma gestão mais eficaz e sustentável, melhorando a qualidade dos produtos finais e reduzindo o tempo de execução das obras.

7 REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; GONÇALVES, O. M. **O futuro da construção civil no Brasil. Resultados de um estudo de prospecção tecnológica da cadeia produtiva da construção habitacional.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-2013.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014** (Marco Civil da Internet). Brasília, DF: Presidência da República; 2018.

CPCON. **O que é RFID? Como funciona essa tecnologia de identificação.** Disponível em: <https://www.grupocpcon.com/rfid-o-que-e-e-como-funciona-essa-tecnologia/>>. Acesso em: 07 fev. 2024.

DACOL, S. **O Potencial Tecnológico da Indústria da Construção Civil –Uma Proposta de Modelo.** Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC. Florianópolis, 2016.

EMBARCADOS. **Tarefas do aprendizado de máquina.** Disponível em: <https://embarcados.com.br/tarefas-do-aprendizado-de-maquina/>. Acesso em: 11 fev. 2024.

ENGEL, V.; AREND, S. C. **A inovação tecnológica no contexto do desenvolvimento regional endógeno.** In: Seminário Internacional sobre Desenvolvimento regional, VI., 2013, Santa Cruz do Sul. Anais.

FRANCKLIN JUNIOR, I; AMARAL, T. G. do. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil.** Ciência et Praxis v. 1, n. 2, 2008.

GASPERIN, T. **Características de aceitação e uso da TI na indústria da construção civil: estudo nos municípios de Pato Branco e Francisco Beltrão.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2019.

GROHMANN, M. Z, **Redução Do Desperdício Na Construção Civil: Levantamento Das Medidas Utilizadas Pelas Empresas De Santa Maria.** Disponível em: www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2022_art302.pdf. Acesso em 13 fev. 2024.

HIPPERT, M. A. S.; LONGO, O. C.; MOREIRA, A. C. **RFID na edificação: proposta de modelo de sistema para organização das informações de manutenção.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 155-173, out./dez. 2019. Out./Dez., 2019.

KEMP. **Projetos em BIM: entenda o que são e como compatibilizar os processos.** Disponível em: <https://kemp.com.br/noticias/projetos-em-bim-entenda-o-que-sao-e-como-compatibilizar-os-processos/>. Acesso em: 08 de fev. 2024.

KRAINER, C.W.M.; KRAINER, J.A.; CATALDI, R.; NETO, A.I.; ROMANO, C.A. (2018, março). **Modelo para formação de parcerias na construção civil**. Porto Alegre: Ambiente Construído. pp.31-47.

LINS, L. A. **Organização do canteiro de obras: um estudo aplicativo na Construção do Centro de Convenções de João Pessoa – PB**. João Pessoa – PB. 2012.

MAGALHÃES, R.M; MELLO, L.C.B.B; BANDEIRA, R.A.M. (2018). **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. Gestão e Produção, São Carlos, SP, Brasil.

MARCONI, M.A. LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, G.A. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2011.

MARTINS. **Novas utilizações das potencialidades BIM – produção de informação as-built e apoio à medição de trabalhos realizados com recurso a Realidade Aumentada**. Universidade Nova de Lisboa, 2014.

MATOS, J. S. **A Indústria 4.0 na economia brasileira: Seus benefícios, impactos e desafios. Trabalho de Conclusão de Curso**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2018, 42 p.

MAXIMIANO, A. C. **A Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MEDEIROS, C. S. F. **Análise Sobre os Avanços da Tecnologia 3D e Soluções para uma Possível Aplicabilidade na Construção Civil Brasileira**. Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília Orientador: MSc. Eugenia Corlins Monteiro da Silva. 2021.

MEDIUM. **Estatísticas (e péssimos exemplos) de uso de QR CODEs**. Disponível em: [https://brasil.uxdesign.cc/estat%C3%ADsticas-e-p%C3%A9ssimos-exemplos-de-uso-de-QR CODEs-6617559b19ad](https://brasil.uxdesign.cc/estat%C3%ADsticas-e-p%C3%A9ssimos-exemplos-de-uso-de-QR-CODEs-6617559b19ad)>. Acesso em: 12 fev. 2024.

MELGAR, M.E.V. (2013). **Geração e leitura de QR CODEs coloridos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

MENDES, T. S. G; DAL POZ, A. P; FAZAN, A. J. **Técnicas de correlação no delineamento de feições rodoviárias em imagens de baixa e média resolução**. Pesquisas em Geociências, 37 (1): 51-61, jan./abr. 2010.

MONTEIRO FILHA, D. C. COSTA, ROCHA, Érico R. Pinto da. **Perspectiva e desafios para inovar na construção civil**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 31, p. 353-410, 2010.

MORAES, R. M. M.; GUERRINI, F. M.; SERRA, S. M. B. **Aplicação de tecnologia de informação no setor da construção civil**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Bauru, 2006.

MOREIRA, A.; HIPPERT, M.A.S. (2016, setembro). **Gestão de Sistemas Construtivos e de manutenção com ambientes CMS em pequenas e médias empresas construtoras**. Anais do XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Desafios e perspectivas da internacionalização da construção, São Paulo, SP, Brasil.

MIZUTANI, M. N. P. A construção enxuta e gestão sustentável de documentos e obras na construção civil com o uso do QR CODE. **Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, vol. 10, n. 2, p. 131-145, julho-dezembro, 2021 - ISSN 2318-1109.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2013.

NEIVA NETO, R. S.; RUSCHEL, R. C.; PICCHI, F. A. **Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades móveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001:2008**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 6, n.1, p. 16-23, 2013.

NUNES, J.; M; LONGO, O.C.; ALCOFORADO, L.F.; PINTO, G.O. **O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica**. In: Ver. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. v. 9, n. 9, 22 ago. 2020.

OLIVEIRA, A. **Realidade virtual e aumentada na engenharia civil: Viabilidade e economia em empresas pela adoção dessas tecnologias**. 2019.

PARRA, F. **A influência do QR CODE na reconfiguração da interação com o ciberespaço**. REGIT [S.l.], v. 4, n. 2, dez. 2015. ISSN 2359-1145 PIGNATARI, D. (2004). **Contracomunicação**. São Paulo: Perspectiva (Col. Debates, 44).

QUALITAB. **Ficha de Verificação de Serviços**. Disponível em: <<https://qualitab.com.br/ferramentas/fvs/>> Acesso em: 07 fev. 2024.

REZENDE, H. A; JESUS, R. B. de; MOURA, R.C. de A. **A logística no contexto da construção civil**. In: Cadernos de graduação – ciências exatas e tecnológicas. Sergipe, mar. 2013. P. 135-146.

REZENDE, T. C. **As Perspectivas para a indústria da construção civil em 2005**. Brasília: Mimeo, 2005.

RICARDINO, R.; SILVA, S. A. R.; ALENCAR, C. T. **Administração de contrato em projetos de construção pesada no Brasil: um estudo da interface com o processo de análise do risco**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2008.

SHIMIZU, J. Y. **Projeção de impactos econômicos do Programa Minha Casa, Minha Vida: uma abordagem de Equilíbrio Geral Computável**. 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, G. L.; GROETELAARS, N. J. **Uso de modelos BIM em realidade virtual e aumentada: panorama de aplicações e ferramentas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021.

SIMAO, A. DOS S., ALCOFORADO, L. F., LONGO, O. C., SANTOS, D. A. DOS, SANTOS, F. DOS, SILVA, A. D., MENEZES, C. A. G; JUNIOR, J. C. M. (2019). **Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira**. In: Rev. brasileira de desenvolvimento. 5(10), 19670–19685.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e controle**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS, Porto Alegre, 2023.

SOUZA, U. E. **Lemes de. Projeto e implantação do canteiro**. 3. ed. Ed. Nome da rosa, 2010.

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em Enfermagem. Uma modalidade convergente-assistencial**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2019.

SOUSA, Rafaela. "**Primeira Revolução Industrial**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 29 de julho de 2024.