

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

JESSICA GESSER SCHMITZ

**O USO DO QR CODE PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO
CANTEIRO DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO**

FLORIANÓPOLIS, 2022.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

JESSICA GESSER SCHMITZ

**O USO DO QR CODE PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO CANTEIRO
DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheira Civil.

Orientadora: Dr.(a) Andrea Murillo
Betioi.

FLORIANÓPOLIS, 2022.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Schmitz, Jessica Gesser

O Uso do QR Code para Gerenciamento de Projetos no Canteiro de Obras: Um Estudo de Caso / Jessica Gesser Schmitz, orientação de Andrea Murillo Betioli. - Florianópolis, SC, 2022.

71 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. QR Code. 2. Canteiro de Obras. 3. Gestão de Projetos da Construção Civil. 4. Tecnologia da Informação. I. Betioli, Andrea Murillo. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. O Uso do QR Code para Gerenciamento de Projetos no Canteiro de Obras: Um Estudo de Caso.

O USO DO QR CODE PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO CANTEIRO DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO

JESSICA GESSER SCHMITZ

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de março de 2022.

Banca Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
ANDREA MURILLO BETIOLI
Data: 21/03/2022 13:14:25-0300
CPF: 030.082.269-30
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Andrea Murillo Betioli, Dr.(a)

 Documento assinado digitalmente
JULIANA MACHADO CASALI PERUCH
Data: 21/03/2022 19:38:13-0300
CPF: 006.099.509-24
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Juliana Machado Casali Peruch, Dr.(a)

 Documento assinado digitalmente
Juliana Guarda de Albuquerque
Data: 22/03/2022 15:59:48-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Juliana Guarda de Albuquerque, Mestre

JOSÉ ANTONIO BOURSCHEID 
Data: 2022-03-22 17:27:23
Foxit Reader Versão: 9.6.0

Jose Antonio Bourscheid, Dr.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que conseguisse alcançar mais uma conquista, e a meus pais Janice e Nazareno por nunca medirem esforços para que eu realizasse meu sonho em concluir a faculdade de Engenharia Civil. Sem eles nada seria possível.

Agradeço a meus avós Alverina, Nilza e Osvaldo que sempre me deram um grande apoio, ao meu namorado Matheus por estar sempre ao meu lado. E a minha família e amigos que sempre se fizeram presente.

Agradeço a equipe Nova Empreendimentos, especialmente a meus chefes Danilo e Leandro, pela oportunidade que me deram, por acreditarem em mim e no meu potencial. Agradeço-lhes também por permitirem realizar este estudo de caso.

Agradeço a minha Professora e Orientadora Dr.(a) Andrea Murillo Betioli, pela dedicação e comprometimento, em me orientar e fazer seu trabalho sempre com excelência.

Agradeço também a todos os professores do curso de Engenharia Civil do IFSC que foram de extrema importância na minha vida acadêmica e evolução pessoal.

RESUMO

A tecnologia já é uma realidade presente no cotidiano, cada vez mais ela é aprimorada, e resulta em inovações e melhorias, abrangendo também o mercado da construção civil. A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia, mas ainda é perceptível a carência da mesma em algumas áreas, como por exemplo no canteiro de obras. O gerenciamento de projetos no canteiro de obras é uma atividade que exige organização, tanto do responsável técnico para o controle de armazenamento, como da empresa em disponibilizar os projetos atualizados. Os projetos na sua maioria são em papéis, no qual podem ser danificados. Eles precisam estar sempre atualizados para evitar falhas e retrabalhos, quando são solicitados é preciso um árduo deslocamento e tempo para localizá-los. A tecnologia QR Code é vista crescentemente e constantemente na atualidade, porém na área da construção civil é uma tecnologia pouco comum, principalmente nos canteiros de obras. O presente estudo busca avaliar o uso da tecnologia QR Code para acessar os projetos em um canteiro de obras de uma construtora de Florianópolis. Integrando o uso de etiquetas QR Code com intuito de otimizar os processos de gestão, e facilitar o acesso aos projetos. Os QR Codes serão alocados nos pavimentos em locais estratégicos, neles contendo os devidos projetos solicitados, para desenvolver uma melhor praticidade e organização, tanto para a empresa que fornece os projetos, quanto para os trabalhadores presentes no canteiro que o consultam. Sendo analisado por meio de um questionário qualitativo com os funcionários que trabalham no canteiro de obras, avaliando se é viável a aplicação desta tecnologia. Os resultados obtidos com o questionário obtiveram êxito, a tecnologia QR Code foi aceita pela maioria dos trabalhadores que avaliaram ter facilidade na utilização da ferramenta, e foi possível analisar que se empregada desde o início do canteiro pode-se obter economia.

Palavras-chave: QR Code, Canteiro de Obras, Gestão de Projetos da Construção Civil, Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

Technology is already a reality present in everyday life, it is increasingly improved, and results in innovations and improvements, also covering the civil construction market. The technology in civil construction is evolving every day, but the lack of it is still noticeable in some areas, such as the construction site. Project management at the construction site is an activity that requires organization, both from the technical person responsible for storage control, and from the company in making updated projects available. Most projects are on paper, which can be damaged. They always need to be updated to avoid failures and reworks, when they are requested, it takes an arduous journey and time to locate them. QR Code technology is seen increasingly and constantly nowadays, but in the area of civil construction it is an uncommon technology, especially on construction sites. The present study seeks to evaluate the use of QR Code technology to access projects at a construction site of a construction company in Florianópolis. Integrating the use of QR Code labels in order to optimize management processes, and facilitate access to projects. The QR Codes will be allocated on the floors in strategic locations, containing the required projects, to develop a better practicality and organization, both for the company that provides the projects, and for the workers present at the construction site who consult it. Being analyzed through a qualitative questionnaire with employees who work at the construction site, evaluating whether it is feasible to apply this technology. The results obtained with the questionnaire were successful, the QR Code technology was accepted by most workers who evaluated how easy it was to use the tool, and it was possible to analyze that if used from the beginning of the construction site, savings can be obtained.

Keywords: QR Code, Construction Site, Project Management, Information Technology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1– ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO	18
FIGURA 2– AS QUATRO REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS	21
FIGURA 3– PILARES DO AVANÇO TECNOLÓGICO.....	23
FIGURA 4– EXEMPLO DE QR CODE.....	27
FIGURA 5– USO DO QR CODE PARA OBTER O MODELO BIM	29
FIGURA 6– USO DO QR CODE PARA REALIDADE VIRTUAL	30
FIGURA 7– USO DO QR CODE PARA PROJETOS ATUALIZADOS	31
FIGURA 8– USO DO QR CODE PARA MEDIÇÃO EM OBRA	31
FIGURA 9– USO DO QR CODE PARA ARQUIVOS DE FUNCIONÁRIOS	32
FIGURA 10– USO DO QR CODE PARA GERENCIAR PROJETOS	33
FIGURA 11– PLATAFORMA CONSTRUCode.....	34
FIGURA 12– ETAPAS DO ESTUDO DE CASO.....	35
FIGURA 13 – IMAGEM DA OBRA ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO DE CASO EM EXECUÇÃO....	36
FIGURA 14 – IMAGEM DA OBRA ONDE FOI REALIZADO O ESTUDO DE CASO APÓS FINALIZADA	37
FIGURA 15– PLANTA BAIXA DA OBRA ESCOLHIDA PARA O ESTUDO DE CASO.....	38
FIGURA 16– QR CODE IMPRESSO	39
FIGURA 17– QR CODE IMPLEMENTADO NO PAVIMENTO TIPO	39
FIGURA 18– QR CODE INSTALADO NA ENTRADA DO APARTAMENTO.....	40
FIGURA 19– IMAGEM DA LEITURA DO QR CODE	41
FIGURA 20– QUESTIONÁRIO 1.1.....	43
FIGURA 21– QUESTIONÁRIO 1.2.....	44
FIGURA 22– QUESTIONÁRIO 1.3.....	45
FIGURA 23– QUESTIONÁRIO 2.1.....	46
FIGURA 24– QUESTIONÁRIO 2.2.....	47
FIGURA 25– QUESTIONÁRIO 2.3.....	48
FIGURA 26– IMAGEM DO ACESSO À PASTA ATRAVÉS QR CODE	50
FIGURA 27– IMAGEM DO ACESSO ÀS PASTAS DOS PAVIMENTOS VIA QR CODE.....	51
FIGURA 28– ARQUIVOS QUE PODEM SER ACESSADOS DENTRO DAS PASTAS DE CADA PAVIMENTO	52
FIGURA 29– VISUALIZAÇÃO DE UM PROJETO VIA FERRAMENTA QR CODE	53
FIGURA 30– TREINAMENTO DA EQUIPE DO ESCRITÓRIO PARA A UTILIZAÇÃO DO QR CODE..	53

FIGURA 31– TREINAMENTO DA EQUIPE DO ESCRITÓRIO PARA A UTILIZAÇÃO DO QR CODE..	54
FIGURA 32 – TREINAMENTO DA EQUIPE DE OBRA PARA A UTILIZAÇÃO DO QR CODE	54
FIGURA 33– (QUESTIONÁRIO 1) OPINIÃO SOBRE PROJETOS DIGITALIZADOS AO INVÉS DE PROJETOS IMPRESSO EM PAPEL	55
FIGURA 34– (QUESTIONÁRIO 1) CURIOSIDADE COM RELAÇÃO À FERRAMENTA QR CODE ...	56
FIGURA 35– (QUESTIONÁRIO 1) FUNCIONÁRIOS QUE UTILIZARAM O QR CODE	56
FIGURA 36– (QUESTIONÁRIO 1) GRAU DE DIFICULDADE PARA USO DA FERRAMENTA	57
FIGURA 37– (QUESTIONÁRIO 2) PREFERÊNCIA POR PROJETO IMPRESSO, ON-LINE OU AMBOS	57
FIGURA 38– (QUESTIONÁRIO 2) GRAU DE DIFICULDADE DE USO DA FERRAMENTA QR CODE	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VALORES DAS NOTAS FISCAIS DOS PROJETOS IMPRESSOS ARBORI	59
TABELA 2 – VALORES DAS NOTAS FISCAIS DOS PROJETOS IMPRESSOS VÊNETO	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

4D - Quatro dimensões

5D - Cinco dimensões

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM - Building Information Modeling

EPIs - Equipamento de proteção individual

INCT - Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia

IOT - Internet of Things

ISO – International Organization for Standardization

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NBR - Norma brasileira

NCCR - National Centres of Competence in Research

PDF – Portable Document Format

PIB - Produto Interno Bruto

QR - Quick Response

RFID - Radio Frequency Identification

WI-FI - Wireless Fidelity

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Justificativa.....	14
1.2. Definição do Problema.....	15
1.3. Objetivo Geral	15
1.4. Objetivos Específicos	15
1.5. Estrutura do Trabalho	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. Projeto de edificações	17
2.2. Gerenciamento de projetos no canteiro de obras	19
2.3. Indústria 4.0	21
2.3.1. Pilares da Indústria 4.0.....	23
2.4. Inovações nos canteiros de obras.....	24
2.5. QR Code	26
2.5.1. QR Code - conceito	26
2.5.2. QR Code na construção civil	28
3. METODOLOGIA.....	35
3.1. A obra	36
3.2. Desenvolvimento.....	38
3.3. Treinamento	41
3.4. Questionário	42
3.5. Estimativa de redução de papel com a implantação da ferramenta QR Code no canteiro de obras.....	48
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	50
4.1. Compartilhamento dos projetos pela ferramenta QR Code.....	50
4.2. Treinamento	53
4.3. Resultados dos questionários aplicados	55
4.4. Redução de impressões dos projetos após a adoção do QR Code	58
4.5. Relato de experiência da autora.....	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
5.1. Sugestões para trabalho futuro	64
REFERÊNCIAS.....	65

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é fundamental para a economia brasileira. Segundo Quintão (2022), o Produto Interno Bruto (PIB) da construção cresceu 8% em 2021. Para John (2019), é um setor que emprega milhões de pessoas, porém, carece de soluções que industrializem seus processos. Além disso, a alta taxa de informalidade, burocracia, pouca padronização e a baixa qualificação da mão de obra, acabam por gerar mais empecilhos para o seu desenvolvimento.

Esse setor está cada vez mais competitivo e complexo, exigindo das construtoras a adesão de melhorias nas práticas de gestão, necessitando de um processo lógico e estruturado (POLLITO, 2016).

Muitas vezes identificar, rastrear e localizar equipamentos e projetos ao longo da cadeia produtiva da construção é um trabalho desafiador. Segundo Oliveira e Serra (2017), os métodos se baseiam em informações em papel. Os problemas encontrados nos métodos convencionais de monitoramento consistem no extravio de componentes, instalações incorretas, manutenção inadequada e falta de materiais, componentes e equipamentos.

De acordo com Emmitt (2002), as informações são necessárias para propósitos diferentes, tanto para desenvolver o projeto, aprovações, quanto para construir e para fins de registro. Porém, geralmente há uma variedade de fontes, que são contidas em diferentes meios de comunicação. Para a eficácia da coordenação destas informações é necessário se ter clareza, brevidade e atualidade.

Para que as empresas sobrevivam no inconstante mercado o principal pré-requisito é a busca pela eficiência na produção e, também, o desenvolvimento da inovação (PINTO, 2012).

Um grande indutor do aumento da produtividade e um dos aspectos presentes nos canteiros de obras de países desenvolvidos é o constante uso de equipamentos que trazem qualidade na organização dos canteiros durante a execução de obras (NETO, 2019). Como exemplo, trena a laser, medidor de umidade, esquadro, nível a laser, estação total (OLIVEIRA, 2021).

Para Lin et al. (2014) é inconveniente o gerenciamento ser feito confiando-se apenas em documentos em papel, pois, na construção, ao contrário da indústria de manufatura, a tecnologia da informação é limitada em seu uso e em sua aplicação,

ela geralmente é feita por mão de obra humana, que conduz a maior parte do trabalho de gestão, que é ineficiente e pode estar sujeita a erros.

Deste modo para se obter uma melhor eficácia no gerenciamento de projetos, diminuir a quantidade de erros com projetos desatualizados e adversidades por ele ser de papel, o estudo de caso tem como base utilizar a ferramenta QR Code para o compartilhamento de projetos digitalizados em um canteiro de obras.

1.1. Justificativa

Com relatos de experiências de pessoas que trabalham e trabalharam com a autora no dia a dia nos canteiros de obras, foi observado que existe certo transtorno em relação ao gerenciamento de projetos. Como a falta de organização para o armazenamento de projetos; a falta de atualização do mesmo; ser composto por papel e, então, suscetível a intempéries; a necessidade de se deslocar para obtê-lo e o tempo que se leva para localizá-lo.

Atualmente o uso das etiquetas de QR Code (códigos de respostas rápidas) é frequente e está presente em atividades do dia a dia, como o acesso a um cardápio, ao *link* de um *site*, o preenchimento de uma ficha, a entrada em um estabelecimento, entre outros exemplos. “A etiqueta do código QR tem alta tolerância a falhas e sua capacidade anticorrupção contribui para um uso mais longo e uma melhor identificação.” (LIN et al., 2014, p.04)

Alguns projetos e trabalhos no âmbito da construção civil já utilizam a tecnologia QR Code, principalmente para melhorar e facilitar a comunicação entre empresa e funcionário (LIN et al., 2014), tanto para diminuir erros de produção (Zaki e Khalil, 2015) ou até mesmo para identificar um funcionário e suas habilitações (Vasilyev et al., 2019). Como gestão de projetos em obra e gestão de medição de serviços, Mizutani e Conti (2018) através de um estudo de caso mostraram que as construtoras aprovaram o uso dessa ferramenta.

Ao que tudo indica é que uma das suas principais vantagens é o baixo custo para ser desenvolvido e aplicado. Pois muitos aplicativos e *sites* permitem criar os códigos *on-line*, muitas vezes sem nenhum custo, podendo ser gerados em qualquer computador e impressos por qualquer impressora.

Segundo Oliveira e Serra (2017, p.62), “O uso da tecnologia de informação e comunicação para rastreamento e coleta de informações colabora para que as decisões e o controle da produção sejam embasados em dados de acompanhamento reais”. Portanto, este trabalho pretende avaliar o uso da tecnologia QR Code no canteiro de obras de uma construtora de Florianópolis no que diz respeito aos processos de gestão documental (projetos) em busca de uma funcionalidade mais adequada para o gerenciamento e acesso das informações, objetivando reduzir erros, agilizar os processos e a confiabilidade na segurança da informação.

1.2. Definição do Problema

Em um canteiro de obras a utilização, localização e organização de projetos impressos em papel pode ser um problema. Além disso, os mesmos estão sujeitos a intempéries e exigem um armazenado adequado, o que comumente se torna complicado em um canteiro de obras. Outro ponto importante a ressaltar é a constante atualização desses projetos, gerando aumento nos custos de impressão e, caso o mesmo esteja desatualizado pode gerar erros de execução, resultando muitas vezes em retrabalho, aumento de custos e prazos. Como forma de minimizar esses problemas, a tecnologia QR Code pode ser utilizada na gestão da informação de projetos na obra possibilitando o compartilhamento dos projetos digitalizados e atualizados.

1.3. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso da tecnologia QR Code (código de resposta rápida) para compartilhamento de projetos em um canteiro de obras de uma construtora de Florianópolis.

1.4. Objetivos Específicos

O trabalho tem como objetivo específicos os seguintes tópicos:

- Empregar a tecnologia QR Code para compartilhamento de projetos em um canteiro de obras;
- Realizar o treinamento com todos os funcionários envolvidos no processo, tanto da obra como do escritório;
- Avaliar a usabilidade da ferramenta QR Code através da aplicação de questionários com os funcionários que trabalham no canteiro de obras;
- Quantificar a redução no consumo de papel através da aplicação do QR Code em substituição ao uso de projetos impressos em papel.
- Relatar sobre a experiência vivenciada no canteiro de obras com a substituição dos projetos impressos pelo projeto digitalizado.

1.5. Estrutura do Trabalho

No primeiro capítulo foi apresentada introdução, justificativa, definição do problema, objetivo geral e objetivos específicos. No segundo capítulo dá-se início a fundamentação teórica, onde será tratado sobre o projeto de edificações; o gerenciamento de projetos no canteiro de obras e a indústria 4.0. Ainda na fundamentação teórica será abordado sobre as inovações nos canteiros de obras e a ferramenta QR Code, dividido em QR Code - conceito e o QR Code na construção civil. No terceiro capítulo será apresentada e detalhada a metodologia utilizada no estudo de caso. No quarto capítulo serão apresentados os resultados e, por fim considerações finais, sugestões para trabalhos futuros e as referências utilizadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo a seguir abordará sobre as fundamentações teóricas que o trabalho teve como base para o seu desenvolvimento.

2.1. Projeto de edificações

O item a seguir abordará sobre o tema projeto de edificações, a respeito do que ocorre nesta etapa, sua importância, o impacto no produto final, e como uma melhor comunicação pode influenciar nesta fase.

Projeto é um esforço temporário que tem como finalidade criar um produto, serviço ou resultado único e possui recursos delimitados. Eles são empreendidos em todos os níveis organizacionais, podem envolver apenas um indivíduo ou um grupo, como pode envolver uma única organização ou várias unidades organizacionais (INSTITUTE, 2017).

A definição da elaboração de projeto de edificação segundo a norma NBR 13531 (1995) é a:

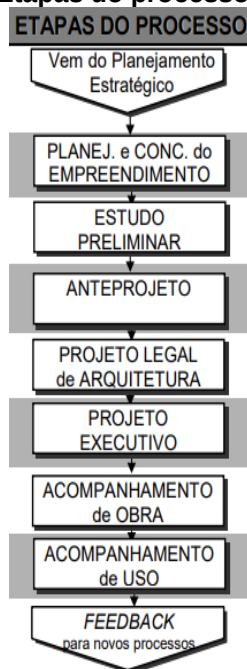
Determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, a reduzir, a modificar ou a recuperar, abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais. (ABNT, 1995, p.02).

De acordo com Souza (1997), na etapa de projeto ocorre a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados nas necessidades dos clientes em termos de desempenho e custos. Para assegurar a qualidade da solução e descrição do projeto, é necessário controlar a qualidade do seu processo de elaboração.

A qualidade da solução do projeto determina a qualidade do produto e consequentemente o grau de satisfação dos usuários finais. É necessário que a empresa contratante do projeto estabeleça diretrizes para o desenvolvimento do projeto, garanta a coordenação e a integração de vários projetos, exerça a análise crítica dos mesmos e controle a qualidade quando do recebimento do projeto (SOUZA, 1997).

Tzortzopoulos (1999) apresenta um fluxograma, conforme Figura 1, com sete etapas, para empresas utilizarem como base no desenvolvimento do processo de projeto.

Figura 1– Etapas do processo de projeto



Fonte: Tzortzopoulos (1999)

Um grupo de projeto é composto por diversos especialistas que devem fornecer um resultado final compreensível ao cliente. Para as diferentes fases do desenvolvimento de projeto, os membros da equipe devem interagir, porém a linguagem utilizada pelos projetistas tende a ser diferenciada devido a diferentes formações, geralmente em organizações distintas. Este é um dos fatores que ocasiona problemas de comunicação e de compreensão dos requisitos de projeto por parte dos diferentes projetistas, podendo ocasionar o aumento da possibilidade de ocorrer incompatibilidade entre os projetos das diferentes especialidades (BRAGAGLIA, 2006).

A coordenação de projetos de edificações é fundamental para monitorar a qualidade do processo de projeto e do seu produto final. Com o intuito de garantir que as decisões técnicas de projeto sejam apropriadas, fiscalizar o fluxo de informações e compartilhar o conhecimento das diferentes especialidades de projeto (SILVA, 2004).

As empresas estão reconhecendo o valor do gerenciamento de projetos, visando à necessidade de progredir a comunicação, à integração, e à contribuição efetiva entre todos os profissionais no decorrer do processo, de forma a reduzir as incompatibilidades entre os projetos, aumentar a coerência entre produto projetado e processo construtivo, ampliando o sucesso técnico e organizacional do empreendimento (ROMANO, 2003). No próximo item será abordado sobre o gerenciamento de projetos no canteiro de obras.

2.2. Gerenciamento de projetos no canteiro de obras

Neste item abordará sobre o tema gerenciamento de projetos no canteiro de obras, nele irá apresentar que o gerenciamento de projetos existe há muitos anos, porém ainda possui algumas divergências, contudo para se ter um melhor desempenho, a comunicação via internet pode progredir o setor.

A função de gerenciar projetos no segmento da construção civil sempre existiu, mesmo que sem o uso das ferramentas e técnicas mais eficientes. Desde os primórdios da humanidade, ainda que de forma intuitiva, em todos os segmentos e principalmente nos empreendimentos de engenharia e na construção civil em geral, ela está evidenciada (PINTO, 2012).

Segundo Keeling e Branco (2017), gerenciar um projeto implica no planejamento de todo o trabalho a ser realizado, conduzir a execução das atividades, verificar e controlar o desempenho da execução, e garantir que as características especificadas e contratadas sejam entregues no resultado do projeto, seja esse resultado um bem ou serviço. A responsabilidade de fazer com que estas ferramentas e técnicas sejam utilizadas é do gerente de projetos.

De acordo com Borges (2013), até o final da década de 70 muitas empresas na área da construção civil eram financiadas pelo estado. Por conta disso não se tinha a preocupação relevante sobre como evoluir tecnologicamente no mercado. Sem qualquer tipo de preocupação quanto às melhorias, e quanto à qualidade de produção, as empresas se acomodavam e não investiam em inovações.

No Brasil a indústria da construção civil ainda é conhecida pelo atraso nos procedimentos gerenciais e técnicas construtivas, pela mão de obra desqualificada, por baixos índices de produtividade, por atrasos nos prazos de entrega, pela não

conformidade e baixa qualidade do produto final, entre outras limitações. A necessidade gerencial na construção civil exige o emprego de ferramentas adequadas para esse ambiente específico (FREJ; ALENCAR, 2010).

Os desenhos de produção ou como comumente chamadas, as plantas baixas, são complexos e extensos. Para Emmit (2002), eles são os principais veículos de comunicação. Os profissionais precisam executar o que condiz com o projeto, mas há muitos motivos que podem fazer a comunicação ser ineficaz ou haver erros devido à má interpretação, levando a um retrabalho, ao aumento de custos e atraso no cronograma.

Segundo Silva (2013), existe uma grande dificuldade relacionada à deficiência nas informações, incluindo a tomada de decisões baseada em suposições por falta de informações concretas. Alguns setores produtivos vêm criando uma nova forma para a gestão do processo de projeto, procurando aumentar a integração entre toda a equipe envolvida e aumentar o processo de inovação tecnológica.

“Em empreendimentos complexos com grande quantidade de informações distribuídas entre inúmeros agentes envolvidos em todas as etapas de projeto a comunicação é um aspecto de fundamental importância.” (MEDEIROS, 2012, p.88)

De acordo com Medeiros (2012), o acesso via *internet* deve ser destacado como um meio de comunicação, assim como as redes sociais que podem operar em diferentes níveis. Com exceção das ferramentas de colaboração de projetos acessadas via *internet*, as empresas ainda não assimilaram todas as novas formas de comunicação e, portanto, não estabeleceram padrões ou regras de utilização corporativas.

Com a *internet* é possível conectar todos os envolvidos em um determinado projeto, proporcionando a oportunidade de *networking*, compartilhamento de informação e tratamento de grandes quantidades de informações (EMMITT, 2002).

Para Borges (2013), em um futuro não tão distante, as obras não necessitarão de papel. Porém após quase 10 anos da ideia de Borges, o papel ainda é muito utilizado nas obras.

Com dispositivos interativos e conectados, é permitido aos projetistas e engenheiros explicar os projetos e seus detalhes remotamente. Promovendo a interação entre escritório, canteiro e o operário, um dos impactos provocados pela

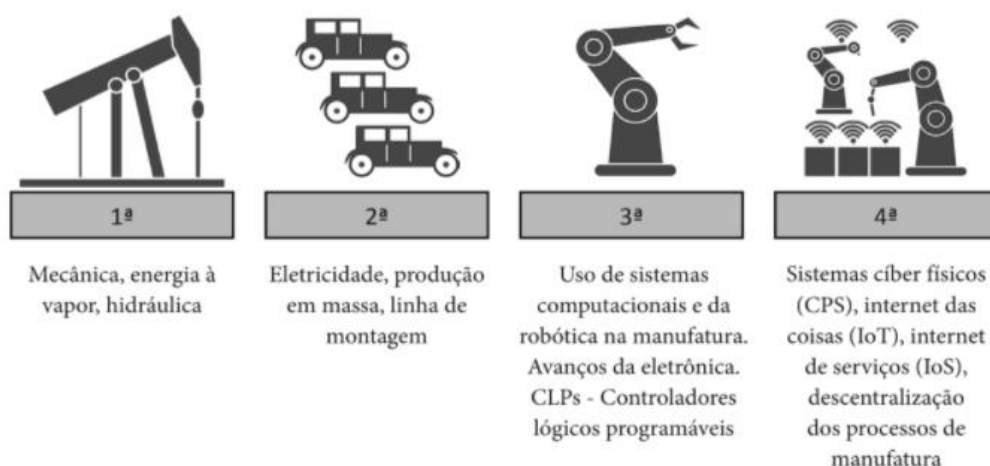
Indústria 4.0, também conhecida como a 4ª Revolução Industrial, onde se vive o conceito de digitalização e o mundo virtual (COLLABO, 2016).

2.3. Indústria 4.0

O item a seguir abordará sobre o tema indústria 4.0, que relatará desde o seu princípio na primeira revolução industrial até os dias atuais, sendo ela a quarta revolução industrial. Apresentará como é conceituada, seus pilares e seus resultados, que estão cada vez mais presentes no cotidiano.

As revoluções industriais transformaram significativamente os processos de produção. A Figura 2 mostra a evolução da indústria, onde no final do século XVIII ocorreu a Primeira Revolução Industrial, que se obteve o início da máquina a vapor e da indústria têxtil. No fim do século XIX ocorreu a Segunda Revolução Industrial, que foi marcada pela eletricidade e sua aplicação nos processos industriais, a ocorrência dos avanços das indústrias de petróleo, química e aço. Nas últimas décadas do século XX, se teve o princípio da Terceira Revolução Industrial, que é conhecida pelo início da microeletrônica, o avanço das telecomunicações e o surgimento do computador e sua popularização. Com o resultado das três revoluções industriais tem-se a Indústria 4.0, onde se relacionam a automação, a computação e a conectividade, visando o desenvolvimento de fábricas inteligentes, versáteis e eficientes (BORGES, 2020).

Figura 2– As quatro revoluções industriais



Fonte: Socomano et al. (2018)

A indústria 4.0 estabelece a integração de tecnologias de informação e comunicação que possibilitam atingir novos estágios de produtividade, flexibilidade, qualidade, e gerenciamento, permitindo a geração de novas estratégias e modelos de negócio para a indústria, sendo por isso, considerada a Quarta Revolução Industrial ou Quarto Paradigma de Produção Industrial (SOCOMANO et al., 2018).

Coelho (2016) alega que o impacto da Indústria 4.0 não é apenas uma simples digitalização, ela é a combinação de múltiplas tecnologias, que forçará as empresas a repensarem a forma de gerenciar seus negócios e processos. O desenvolvimento de novos produtos e sua introdução no mercado. Com a inclusão de capacidades digitais, produtos e serviços serão otimizados com a utilização de materiais mais inteligentes, sensores com monitoramento em tempo real, fornecendo estatística de desempenho, e a correção de desvios antes de se tornarem falhas, maximizando a sua utilização, reduzindo custo de posse e aumentar o valor percebido pelo cliente.

De acordo com Socomano et al. (2018), pode se definir a Indústria 4.0 como um sistema produtivo, integrado por computador e dispositivos móveis interligados a internet, que permite a programação, gerenciamento, controle, cooperação, e interação com o sistema produtivo de qualquer local que também tenha acesso a internet, obtendo a otimização do sistema e toda a sua rede de valor, como empresa, funcionário e cliente.

Vermulm (2018) conceitua a Indústria 4.0 como o resultado do emprego de diferentes tecnologias, que se complementam para a geração de soluções específicas conforme a necessidade de cada empresa. Existem inúmeras possibilidades de combinações entre elas. Porém sempre com o objetivo de resolução de problemas concretos colocados pela produção industrial.

O desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil abrange desafios, que estão relacionados a investimentos em equipamentos que incorporem tecnologias, à adaptação de *layouts*, adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências (CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016).

Além disso, segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016 p.27): “Na Indústria 4.0 os fluxos de informações são essenciais para o funcionamento da

produção. Assim, a limitada infraestrutura de banda larga e rede móvel são entraves para seu funcionamento.” Os pilares que fazem parte da Indústria 4.0 são tecnologias, objetos e conceitos e estão apresentados na Figura 3, conforme citado por Sigga Technologies (2020).

Figura 3– Pilares do avanço tecnológico



Fonte: (SIGGA TECHNOLOGIES, 2020)

2.3.1. Pilares da Indústria 4.0

A internet das coisas em inglês *Internet of Things*, abreviadamente (IoT) é a atribuição dada a objetos físicos e virtuais ligados à internet (COELHO, 2016). Sua origem ocorreu em 1999 por Kevin Ashton, mas apenas em 2009 o termo se popularizou com um artigo no RFID Journal (SANTOS, 2018).

“Internet das coisas são sistemas compostos por *hardwares* e *softwares* que viabilizam a interligação e a comunicação entre objetos, podendo ser máquinas e equipamentos conectados entre si ou bens de consumo conectados com outros produtos.” (VERMULM, 2018, p.05). Segundo Schwab (2016), os impactos positivos da internet das coisas incluem o aumento da eficiência na utilização dos recursos, o aumento da produtividade, efeito sobre o meio ambiente, menor custo de prestação dos serviços, eficiência, entre outros.

A expressão *BIG-Data* refere-se a grandes quantidades de dados que são armazenados a cada instante resultante da existência de milhões de sistemas atualmente ligados à rede Internet das Coisas (IoT), que produzem dados em tempo

real e estão disponíveis a todo momento (COELHO, 2016). A disposição de dados passou a ser muito importante para o tratamento computacional, tendo o objetivo de analisar processos e tomar decisões, mesmo que apenas uma parte dos dados seja analisada (VERMULM, 2018).

A IoT já está na construção civil e tem muito a oferecer como os *Wearables* para EPIs que servem para controlar a temperatura, medir sinais vitais dos funcionários, podendo emitir alerta em caso de perigo. Os *Beacons* de localização permitem rastrear máquinas ou peças para saber sua localização exata. As impressoras 3D são bastante utilizadas e estão cada dia mais acessíveis. O caminhão betoneira conectado possui sensores instalados no seu balão, que com eles melhoram a previsão de chegada na obra e diminuem o desperdício e possíveis problemas (LIMA, 2019).

A realidade aumentada pode projetar a construção de um prédio sem o mesmo estar construído, melhorando a interação com o cliente. Pode servir como ferramenta para programar e realizar as atividades de manutenção podendo indicar o que deve ser analisado ou as prioridades numa rotina de manutenção. As ferramentas utilizadas geralmente são óculos e aplicativos de celular. Tem-se também a captura da realidade que representa um novo padrão de análise e planejamento para projetos de construção, que projeta *as built*, monitoramento estrutural, levantamentos topográficos, utiliza equipamentos como drones, e fotogrametria (LIMA, 2019).

A aplicação das tecnologias de integração e automação trazidas pela Indústria 4.0 diretamente nos processos da construção civil já é uma realidade, como pode ser verificado nas inovações nos canteiros de obras.

2.4. Inovações nos canteiros de obras

O item a seguir abordará sobre o tema inovações nos canteiros de obras, exemplificará algumas inovações que são utilizadas com frequência, e outras que estão sendo criadas para auxiliar a construção civil.

As adoções de novas tecnologias digitais, os avanços da robótica e inteligência artificial, já são uma evolução para a indústria da construção civil, transformando a modernização lenta e constante do setor e proporcionando respostas para os desafios e oportunidades (BALFOUR BEATTY, 2017).

De acordo com Neto (2019), a inovação pressupõe a aplicação de uma determinada tecnologia a um produto final. Ao implantar uma inovação num canteiro de obras ou edifício, sendo na fase de planejamento ou projeto, devem-se questionar alguns pontos como: “Melhora a qualidade e o desempenho? Reduz o custo? Reduz o prazo? Aumenta a produtividade? Diminui as patologias e o custo de assistência técnica? Possui uma tecnologia confiável? Aumenta a segurança na execução, diminui o risco na execução? É mais sustentável?”

Com a digitalização os projetos podem ser entregues de forma mais eficaz e eficiente, aproveitando o poder da computação em nuvem e da tecnologia móvel. Com o *Building Information Modeling* (BIM) há a representação digital 3D de projetos sobrepostos com detalhes 4D, auxiliando na programação e custo. A tecnologia de realidade aumentada e virtual permite a interação entre diferentes colaboradores. Os *drones* permitem que as equipes acompanhem o progresso com segurança, com mais eficiência e maior precisão, coletando dados com mais frequência (BALFOUR BEATTY, 2017).

O *Building Information Modeling* (BIM) é caracterizado por Zaparolli (2019) como um processo digital de construção, que organiza e disponibiliza a informação de cada etapa da edificação, permitindo simultaneamente o trabalho de diferentes profissionais. A edificação é detalhada no computador de forma tridimensional (3D). Há também o BIM 4D, que acrescenta a dimensão do tempo, com um cronograma das atividades e o sequenciamento ideal de cada etapa da obra, e o BIM 5D, que gera o cálculo dos materiais, permitindo programar previamente o custo e recalculá-lo quando há mudanças.

O uso de meios digitais na construção civil está em todo o mundo, principalmente para pesquisas com soluções que aumentem a produtividade do setor. Segundo Zaparolli (2019), na Suíça, o Centro Nacional de Competência em Pesquisa (NCCR) do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique desenvolveu um robô móvel dotado de braço mecânico, sensores e câmeras. Após gerar um mapa tridimensional do canteiro de obras, o robô executa tarefas programadas como levantar uma parede de alvenaria ou uma malha de vergalhões de aço para uma parede de concreto.

De acordo com Zaparolli (2019), nos Estados Unidos, o Laboratório de *Design* do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) criou um projeto que explora o uso de sensores e Internet das Coisas (IoT) para aumentar a segurança dos

trabalhadores, por meio de soluções *wearables*, as tecnologias vestíveis. A ideia é que uniformes vestidos pelos trabalhadores alertam sobre a presença de toxinas prejudiciais no ambiente, enquanto dispositivos em sapatos informam se o usuário carrega peso exagerado (ZAPAROLLI, 2019).

Na opinião de Zaparolli (2019), uma das principais expectativas dos especialistas é o uso da manufatura aditiva (impressão 3D) na fabricação de paredes e estruturas. No Brasil, o INCT Tecnologias Cimentícias Ecoeficientes Avançadas da escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) desenvolve estudos para imprimir em 3D formas para concreto em geometrias não convencionais.

Com o auxílio de soluções digitais pode-se realizar o planejamento, o monitoramento dos processos e a gestão da obra. Os locais de produção permitem a comunicação em tempo real entre os envolvidos, dispondo um sistema de comunicação na rede como 5G ou *Wi-fi*, utilizando hardwares como *drones*, *tablets* e *smartphones*. Utilizam também aplicativos para armazenamento na nuvem, e processamento em *big data* (AUTODOC, 2020).

Uma inovação que já é muito utilizada, porém ainda não é vista nos canteiros de obras, é o QR Code, sendo uma tecnologia que pode trazer muitos benefícios. A seguir será abordado sobre o QR Code e seu uso na construção civil.

2.5. QR Code

O capítulo a seguir abordará sobre o tema Qr Code nele apresentará a sua origem, quais são suas vantagens, e como sua utilização está cada vez mais frequente no dia a dia. Também será mostrado o Qr Code na construção civil, exemplificando alguns estudos que foram desenvolvidos para auxiliar o setor.

2.5.1. QR Code - conceito

“O nome código QR é derivado de “*quick response*” (resposta rápida) e incorpora o conceito de desenvolvimento de se limitar a leitura em alta velocidade”. (DENSO WAVE, 2015)

O QR Code é um símbolo bidimensional (Figura 4) e foi criado pela empresa Denso-Wave em 1994, uma das principais empresas do grupo Toyota. O

motivo de sua criação foi inicialmente para o uso no controle de produção de peças automotivas. Em junho de 2000 foi aprovado como um padrão internacional ISO. (SOON, 2008).

Figura 4– Exemplo de Qr Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

A empresa DENSO WAVE possui a patente para o código QR, mas possui a especificação de tornar o código livre para a utilização de qualquer indivíduo. A especificação foi definida desde o desenvolvimento do código QR, com o intuito de mais pessoas usarem o código. Por um dos motivos de ter se tornado o código público desde o início, em 2012 o QR Code ganhou um prêmio na área "Mídia para a área industrial" do *Good Design Award* (DENSO WAVE, 2015).

Lin et al. (2014) exemplificam as vantagens do código QR como a alta capacidade de conteúdo de dados, e os vários tipos de dados que se pode armazenar como imagens, sons, palavras e impressões digitais, com capacidade de expressão em vários idiomas. A facilidade de produção do código QR são mutáveis e fáceis de fazer por *software* e impressora, com baixo custo. O código QR pode ser facilmente identificado por um telefone celular ou um dispositivo móvel e é legível em qualquer direção.

De acordo com Lin et al. (2014), ao escanear o adesivo com etiqueta de código de barras 2D em uma instalação, a equipe de gerenciamento pode obter o projeto correspondente da instalação e acessar diretamente as informações, como manuais de instrução, fotos, vídeos de operações, histórico de manutenção e informações do fabricante.

O código QR é usado em todo o mundo e possui diversas finalidades, segundo Negri (2020) no Reino Unido, a tecnologia é usada para possibilitar doações aos moradores de rua, na Argentina os QR Codes são espalhados por bancos na rua

e brinquedos para encontrar crianças desaparecidas. São utilizados para transações bancárias, e pagamentos. Restaurantes utilizam para acessar cardápios. Muitos museus e exposições disponibilizam os códigos ao lado das obras. É utilizado também para a autenticação de documentos, como na entrada dos eventos ou na confirmação dos dados. Entre muitas outras finalidades.

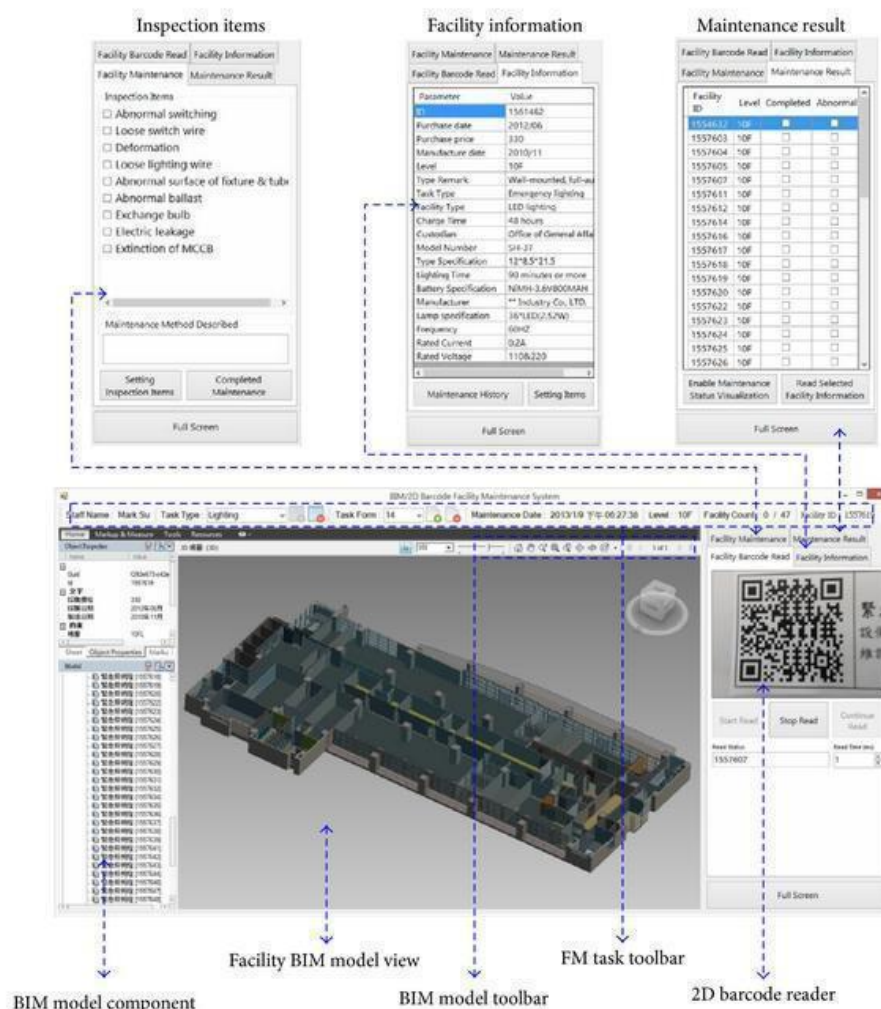
A seguir serão abordados alguns exemplos do uso do QR Code na construção civil.

2.5.2. QR Code na construção civil

A tecnologia QR Code pode ser utilizada em diferentes áreas no setor da construção civil, com isso muitos trabalhos já foram desenvolvidos. Internacionalmente ela já vem sendo aplicada há algum tempo como, por exemplo, Lin et al. (2014) aplicou um estudo móvel a um edifício comercial em Taiwan, que ao escanear o adesivo com etiqueta de QR Code em uma instalação, a equipe de gerenciamento poderia obter o modelo BIM correspondente da instalação e acessar diretamente as informações sobre a instalação, como manuais de instrução, fotos, vídeos de operações, histórico de manutenção e informações do fabricante.

De acordo com a Figura 5, a integração das tecnologias pode ajudar a melhorar a eficácia e conveniência do fluxo de informações no processo de gerenciamento de instalações.

Figura 5– Uso do QR Code para obter o modelo BIM



Fonte: Lin et al. (2014)

No Egito foi executado por Zaki e Khalil (2015) um estudo anexando um código QR em cada projeto de construção, conforme a Figura 6. Quando identificado por uma câmera, sendo ela de *smartphone* ou *tablet*, exibe a visualização da Realidade Aumentada 3D do desenho. A posição de cada QR Code deve ser localizada dentro do bloco de título do desenho ou abaixo de cada desenho em sua tela. O código pode gerar também um modelo 4D ou um vídeo que ilustra aos usuários como construir ou montar o projeto analisado.

Figura 6– Uso do QR Code para realidade virtual



Fonte: Zaki e Khalil (2015)

No Brasil sua utilização se desencadeou alguns anos mais tarde, foi implementada por Mizutani e Conti (2018) a ferramenta QR Code em duas construtoras de São Paulo para a gestão de obras, na parte documental, estratégica e no controle de dados e medição. A primeira empresa que foi denominada como Empresa A, utiliza a ferramenta Autodoc Projetos, que utiliza um QR Code no próprio projeto impresso, assegurando assim que o funcionário saiba qual é a revisão correta do arquivo mantendo sempre atualizado, e não havendo utilização de arquivos obsoletos, conforme mostra a Figura 7.

Para a avaliação do estudo com a Empresa A, foi efetuado uma entrevista que sugeria algumas perguntas, com os funcionários que utilizaram a ferramenta. Na opinião de um dos entrevistados a principal vantagem da utilização do QR Code nos documentos impressos foi a partir do momento da liberação dos projetos que possuiu rastreabilidade, segurança e velocidade dentro da obra (MIZUTANI; CONTI, 2018).

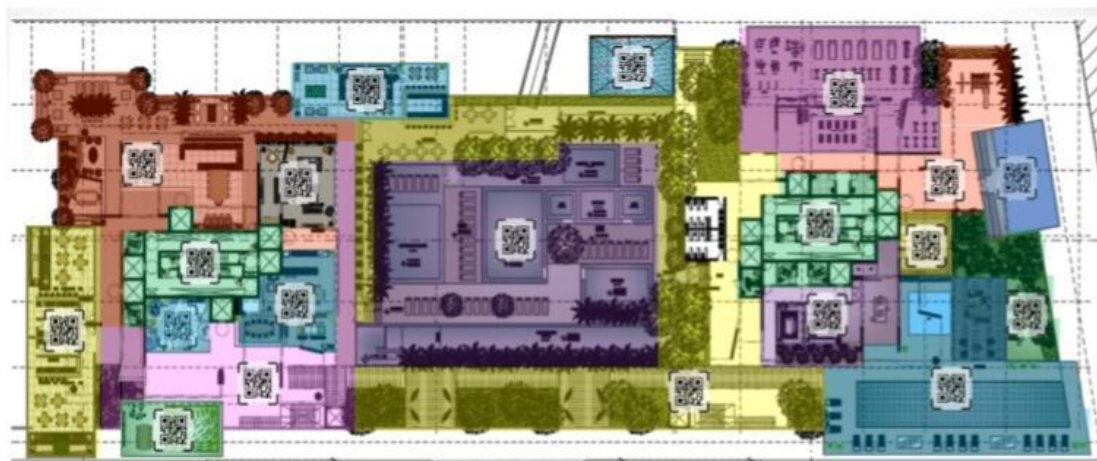
Figura 7– Uso do QR Code para projetos atualizados



Fonte: Mizutani e Conti (2018)

A segunda empresa do estudo de Mizutani e Conti (2018) denominada de Empresa B, utiliza a ferramenta Ever See que emprega o QR Code para automatização na verificação da qualidade na medição e pagamento do empreiteiro, podendo controlar e acompanhar os serviços executados pagando os que forem apenas 100% aprovados, conforme a Figura 8.

Figura 8– Uso do Qr Code para medição em obra



Fonte: Mizutani e Conti (2018)

Segundo o autor, antes da implantação do estudo, a Empresa B não tinha uma forma padrão para se realizar a medição, fazendo com que cada obra efetuasse de um jeito, muitas vezes pagando um serviço que não havia sido concluído. Com a tecnologia do QR Code, cada setor da obra recebe uma etiqueta que possui um código QR, nele é possível consultar a programação dos serviços, e realizar uma avaliação

de acordo com seus prazos e sua qualidade, gerando assim um *checklist* de pendências. Em seguida, cada setor é mapeado pelo QR Code, e é computado para a medição e pagamento do empreiteiro (MIZUTANI; CONTI, 2018).

Para a avaliação do estudo da Empresa B também foi feito algumas perguntas com as pessoas que utilizaram a ferramenta e, conforme um dos entrevistados, o benefício foi uma maior organização, a melhoria da realização das medições, o acompanhamento em tempo real da evolução da obra e do serviço do empreiteiro, e a redução de documentos impressos (MIZUTANI; CONTI, 2018).

Um dos problemas na construção civil é a falta de conhecimento sobre habilidades e níveis de admissão de um funcionário específico. Para solucionar Vasilyev et al. (2019) apresenta um artigo sobre o uso do QR Code para os trabalhadores que se encontram no canteiro de obras. Para cada funcionário é criado um QR Code, que é colocado em seu capacete ou crachá. Nele contém o arquivo pessoal do funcionário, permitindo ter acesso ao nome, profissão, qualificações, autorizações de trabalho. As informações podem ser acessadas por um *tablet* ou celular, apenas apontando a câmera para o código. Como é mostrado na Figura 9.

Figura 9– Uso do Qr Code para arquivos de funcionários



Fonte: Vasilyev et al. (2019)

No mesmo artigo Vasilyev et al. (2019) apresenta outro sistema com QR Code para simplificar e facilitar o acesso de engenheiros e operários a processos de construção. É aplicada uma etiqueta com um QR Code em um elemento técnico ou objeto de processamento, sendo no próprio elemento, ou um local próximo do mesmo, o funcionário que possuir um *smartphone* ou um *tablet* consegue acessar as informações contidas no código.

O principal objetivo da codificação é a identificação automática, ou seja, a capacidade de leitura rápida e eficiente dessas informações no dispositivo. Não requer equipamento especial (como códigos lineares complexos ou códigos tridimensionais) para ler uma etiqueta. Uma impressora em preto e branco é suficiente para imprimir um QR-code, e a marca é determinada por meio de uma câmera digital integrada ao dispositivo. (VASILYEV et al., 2019, p.04)

Comumente no Brasil, cada atualização de projeto é impressa em papel e distribuída à equipe. Mas essa realidade já vem mudando, com intuito de digitalizar e facilitar a comunicação, a empresa de *software* ConstruCode criou um aplicativo para gerenciar projetos nos canteiros de obras utilizando etiquetas QR Code, como apresentado na Figura 10. A digitalização transforma o projeto em etiquetas inteligentes visualizadas em *tablets* e *smartphone*. Com o novo sistema utilizado, a distribuição da informação se torna mais rápida e organizada, evitando-se erros, como a consulta de uma versão desatualizada de projeto. O aplicativo também gera economia significativa de papel ao deixar de imprimir quase 90% dos projetos (ZAPAROLLI, 2019).

Figura 10– Uso do QR Code para gerenciar projetos



Fonte: Zaparolli (2019)

O CEO da *startup* ConstruCode, o Engenheiro Civil Diego Mendes, conta a Revista Painel (2020) que ao ser coordenador de projetos de instalações em uma obra, observou o quanto era desordenado o dia a dia de um canteiro de obras, contendo muitos projetos e não tendo o controle das revisões dos mesmos. Deste modo, se juntou com o engenheiro de software Leandro Mascarenhas para criar uma

plataforma de gestão de projetos por meio de uma etiqueta de QR Code. Com o objetivo de reduzir erros e gastos através de uma comunicação eficiente.

Para o funcionamento da plataforma da ConstruçãoCode é preciso um *tablet* ou *smartphone* que deve ser direcionado a etiqueta, conforme a Figura 11. Ao selecionar o projeto desejado, a planta mais atualizada é exibida, a plataforma possui também rastreio de impressões, anotações em planta, visualização em BIM, criação diários de obras, *checklist* da qualidade, relatórios, e pode ser operada também *off-line* (REVISTA PAINEL, 2020).

De acordo com o CEO da ConstruçãoCode, uma das construtoras que empregou o QR Code em obra para acesso de projetos, relata que ocorreu ganho de tempo e qualidade da equipe (REVISTA PAINEL, 2020).

Figura 11– Plataforma ConstruçãoCode

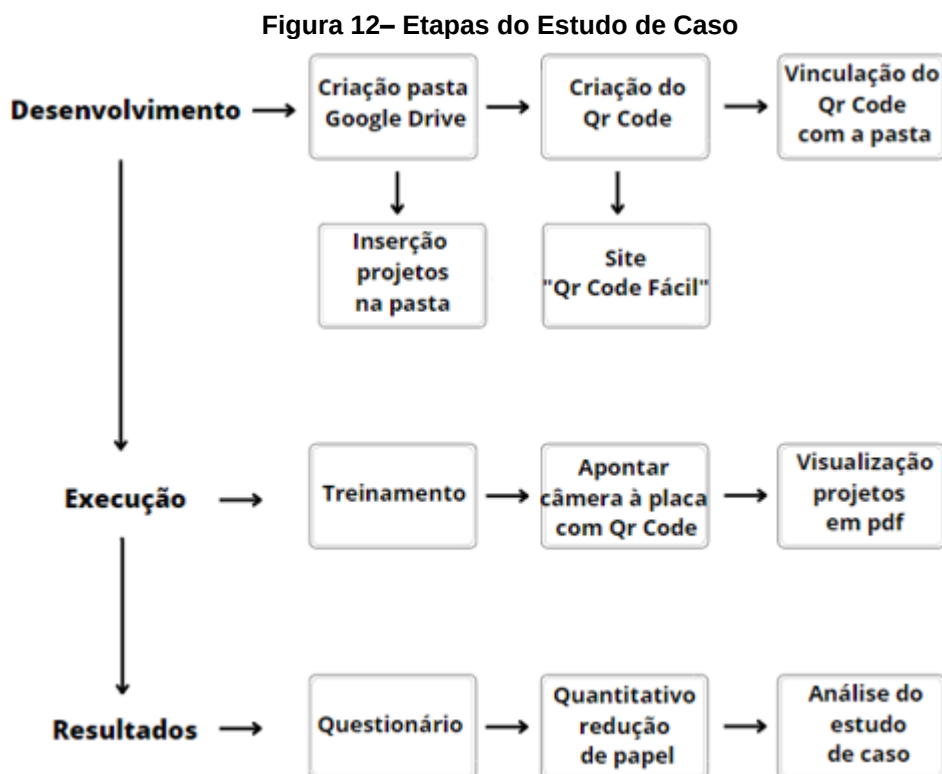


Fonte: Revista PAINEL (2020)

3. MÉTODO: ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa se caracteriza como estudo de caso, que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto no mundo real. De acordo com Yin (2015) o estudo de caso se inicia com um plano onde devemos identificar a situação relevante para a qual fazer um estudo de caso, partindo para o projeto onde se desenvolve teorias e proposições, para assim guiar o estudo e após a coleta, e análise dos dados.

O estudo de caso apresentado descreve a utilização da ferramenta QR Code para compartilhamento de projetos em um canteiro de obras de uma construtora na cidade de Florianópolis, substituindo assim os projetos impressos. Após a escolha da obra, as etapas do estudo de caso foram divididas em: Desenvolvimento, Execução e Resultados, como mostra a Figura 12.



Fonte: Elaboração própria (2022)

3.1. A obra

Para o estudo de caso a obra escolhida foi o Arbori Residence, conforme mostram as Figuras 13 e 14, executada pela construtora e incorporadora Nova Empreendimentos. A obra é localizada em Florianópolis no bairro Pantanal, e possui 3.242,94 m². A sua construção foi em sistema de concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos. A previsão para sua conclusão é em maio de 2022, a Figura 14 retrata um croqui do empreendimento quando finalizada.

Figura 13 – Imagem da obra onde foi realizado o estudo de caso em execução



Fonte: Elaboração própria (2022)

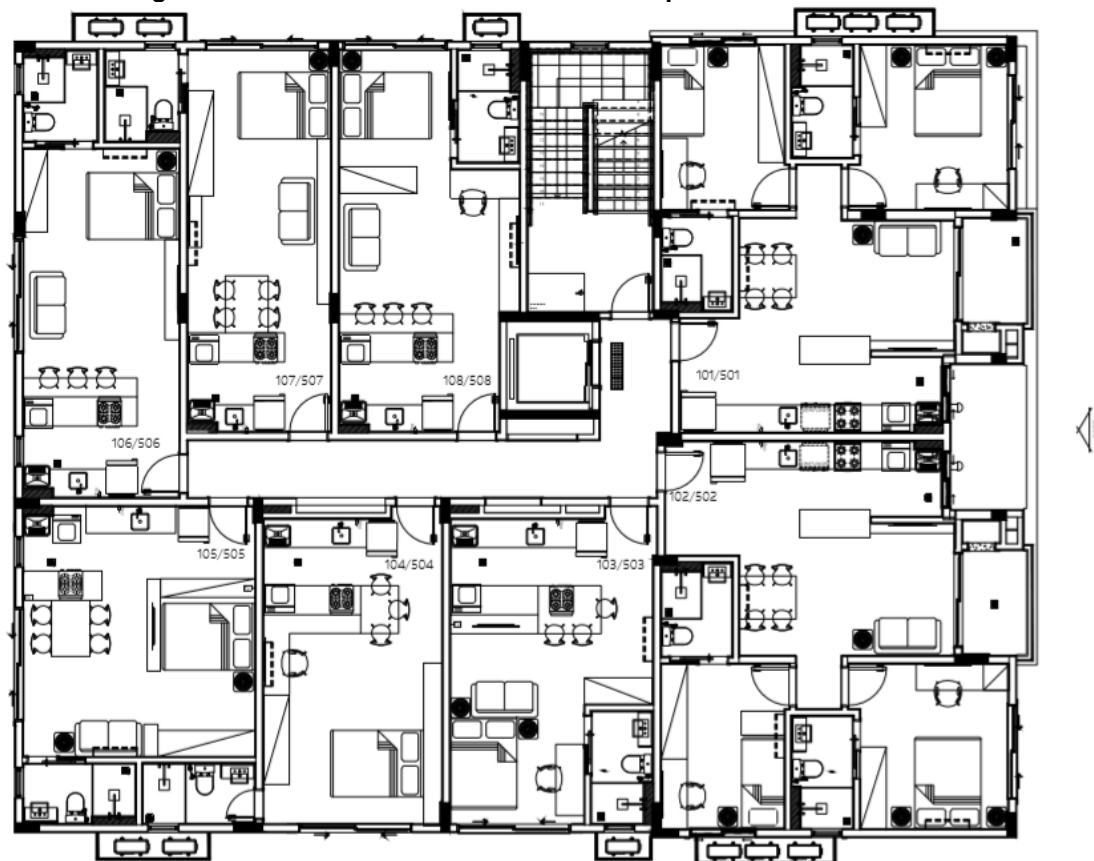
Figura 14 – Imagem da obra onde foi realizado o estudo de caso após finalizada



Fonte: Nova Empreendimentos (2021)

A obra possui pavimento térreo, subsolo, ático e 05 pavimentos tipos. Cada pavimento tipo possui oito apartamentos, sendo dois apartamentos que possuem dois quartos e seis apartamentos que são do tipo estúdio, como mostra a Figura 15.

Figura 15– Planta baixa da obra escolhida para o estudo de caso



Fonte: Nova Empreendimentos (2019)

3.2. Desenvolvimento

Como apresentado na Figura 12, na fase de desenvolvimento foi criada uma pasta no aplicativo *Google Drive* onde foram inseridos os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e complementares. Todos os projetos foram disponibilizados no formato PDF. Essa pasta só poderia ser editada se houvesse atualização de algum dos projetos e com a autorização do supervisor ou pela autora do estudo.

Ainda na fase de desenvolvimento foi gerado o QR Code *on-line* pelo site QR Code Fácil “<https://www.qrcodefacil.com/>” e o mesmo foi vinculado à pasta com os projetos em PDF. Foi gerado apenas um QR Code que por ele se deu acesso a todos os pavimentos e seus projetos.

Depois de gerado o QR Code, foi desenvolvido um *layout* pela autora do estudo, reproduzido em uma placa de acrílico e protegido com papel filme de PVC (Figura 16). Distribuído em todos os pavimentos tipos sendo ele do primeiro ao quinto pavimento, conforme mostra a posição na planta baixa do prédio na Figura 17. Os

pavimentos subsolo, térreo e ático não entraram na pesquisa do estudo de caso, pois receberam a placa do QR Code apenas após o questionário.

Figura 16– QR Code impresso



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 17– QR Code implementado no pavimento tipo



Fonte: Elaboração própria (2021)

A Figura 18 mostra o posicionamento das etiquetas de QR Code na entrada de cada apartamento.

Figura 18– QR Code instalado na entrada do apartamento



Fonte: Elaboração própria (2021)

Todo e qualquer funcionário, ou até mesmo o proprietário do apartamento, consegue acessar os projetos através do seu *smartphone* e/ou *tablet*, bastando apenas apontar a câmera para o QR Code, como mostra a Figura 19, porém o mesmo deve estar conectado a uma rede móvel ou *wi-fi*. Desse modo, obtém-se acesso a todos os projetos da edificação em formato PDF.

Desta forma, os projetos ficam acessíveis no próprio pavimento a ser executado, sem a necessidade de se deslocar até o local onde ficam armazenados e nem correr o risco de se utilizar um projeto desatualizado, evitando assim retrabalho e melhorando a produtividade.

A obra possui *wi-fi* mas somente é possível acessá-lo nos pavimentos térreo, subsolo e primeiro pavimento. Porém, as pessoas que fazem o gerenciamento da construção possuem *smartphones* e, também, são disponibilizados três *tablets* que

possuem internet 4G, os quais podem ser utilizados por funcionários, como engenheiros, técnicos e estagiários.

Figura 19– Imagem da leitura do Qr Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

3.3. Treinamento

Foram realizados treinamentos com todos os funcionários do canteiro de obras e do escritório para apresentar a ferramenta e o objetivo deste estudo de caso, ressaltando a importância da implantação da ferramenta QR Code para gerenciamento e compartilhamento de projetos com relação ao acesso à informação de forma rápida e assertiva, evitando desta forma reimpressão de projetos e retrabalho. Para isso foram realizados dois encontros, um no ambiente de obra e outro no escritório, totalizando 35 funcionários, até mesmo os funcionários que não estariam diretamente envolvidos.

O primeiro treinamento foi realizado com os funcionários do escritório e ocorreu no dia 26 de novembro de 2021, totalizando 21 funcionários. O treinamento ocorreu por meio de uma apresentação que demonstrou como utilizar a ferramenta

QR Code. Alguns funcionários que trabalham no canteiro de obras estavam presentes no treinamento realizado no escritório, entre eles engenheiro, estagiários e técnica.

Já o treinamento com os funcionários que trabalham no canteiro de obras, ocorreu no dia 02 de dezembro de 2021, foi realizado no refeitório do próprio canteiro, no período do café da manhã dos trabalhadores. Foram treinados 14 funcionários, a apresentação ocorreu de forma demonstrativa pela autora do estudo que exemplificou com a própria placa anexada em obra.

3.4. Questionário

Com a finalidade de avaliar a usabilidade da ferramenta QR Code para compartilhamento de projetos em um canteiro de obras, realizou-se um levantamento de dados por meio de dois questionários aplicados aos funcionários que trabalham no canteiro de obras. Os funcionários que trabalham no escritório não participaram de nenhum dos questionários, pois não frequentam o canteiro de obras.

O primeiro questionário foi realizado antes do treinamento, porém as placas com os códigos QR nas entradas dos apartamentos já estavam inseridas. Este questionário foi realizado com todos os funcionários do canteiro, e ele foi preenchido pela autora deste estudo.

O objetivo desse questionário foi de saber se os funcionários tiveram curiosidade em utilizar, mesmo antes de serem apresentados à ferramenta por meio de treinamento, e se já sabiam o que era ou se já tinham visto. E, também, de iniciar o primeiro contato com a ferramenta.

O questionário foi realizado por meio do *site Google Forms*, conforme as Figuras 20, 21 e 22. Nesta etapa foram entrevistados 14 funcionários. Neste primeiro questionário as perguntas foram:

Figura 20– Questionário 1.1

QR CODE PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS
Questionário parte 1 - Trabalho de Conclusão de Curso - Jéssica

**Obrigatório*

1. Ocupação *

2. O que você acharia se os projetos não fossem de papel e sim online?

Marque todas que se aplicam.

☐ Uma ótima ideia.

☐ Não tenho uma opinião formada.

☐ Não gostaria.

Outro: ☐ _____

3. Você sabe o que é esta imagem? *



Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 21– Questionário 1.2

4. Você já viu esta placa pela obra? *



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim *Pular para a pergunta 12*
- ☐ Não

Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 22– Questionário 1.3

6. Já utilizou? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

Seção sem título

7. Caso já tenha utilizado, na sua opinião, qual o grau de dificuldade para utilização?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fácil	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Difícil

Fonte: Elaboração própria (2022)

Como alguns não possuíam o *smartphone* com o acesso à internet, e nem mesmo iriam utilizar a ferramenta no dia a dia de trabalho, a própria autora fez preenchimento através de uma entrevista.

O segundo questionário também foi realizado por meio do *Google Forms* conforme mostram as Figuras 23, 24,25 e foi aplicado aos funcionários que utilizam o QR Code para exercer sua função, totalizando 12 funcionários. O mesmo foi realizado depois do treinamento e após um período de seis meses da implantação da ferramenta QR Code. O *link* deste questionário foi enviado por mensagem via celular para os funcionários responderem.

Figura 23– Questionário 2.1

QR CODE PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS
Questionário parte 2 - Trabalho de Conclusão de Curso - Jéssica

**Obrigatório*

1. Ocupação *

2. Você prefere o projeto impresso ou online?

Marcar apenas uma oval.

☐ Impresso

☐ Online

☐ Ambos - Impresso e online

☐ Não tenho opinião

3. Achou uma boa ideia o QrCode para acesso de projetos? *



Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 24– Questionário 2.2

4. Você já viu esta placa pela obra? *



Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim Pular para a pergunta 12
- ☐ Não

Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 25– Questionário 2.3

6. Achou de fácil utilização? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Outro: _____

7. Utilizou ou utilizaria para seu trabalho diário? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim *Pular para a pergunta 8*
☐ Não

Seção sem título

8. Como você classifica a ferramenta? *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Difícil	☐	☐	☐	☐	☐	Fácil

9. Tem algum comentário? (Seja ele para melhorar, ou criticar a ferramenta)

Fonte: Elaboração própria (2022)

3.5. Estimativa de redução de papel com a implantação da ferramenta QR Code no canteiro de obras

Considerando a implantação do QR Code como uma ação voltada também à sustentabilidade, quantificou-se a redução no consumo de papel através da redução na impressão dos projetos. Para isto, foram comparadas as quantidades de impressões de projetos das obras, Studio Arbori e Studio Vêneto, que são da mesma construtora. As obras possuem o mesmo *layout* e a mesma planta baixa. O Studio

Vêneto foi entregue em fevereiro de 2022 e a única diferença são as cores das fachadas. A obra Arbori iniciou em maio de 2020 e o QR Code foi implantado em 25 de maio de 2021, quando a obra estava na etapa de execução com 50% construído.

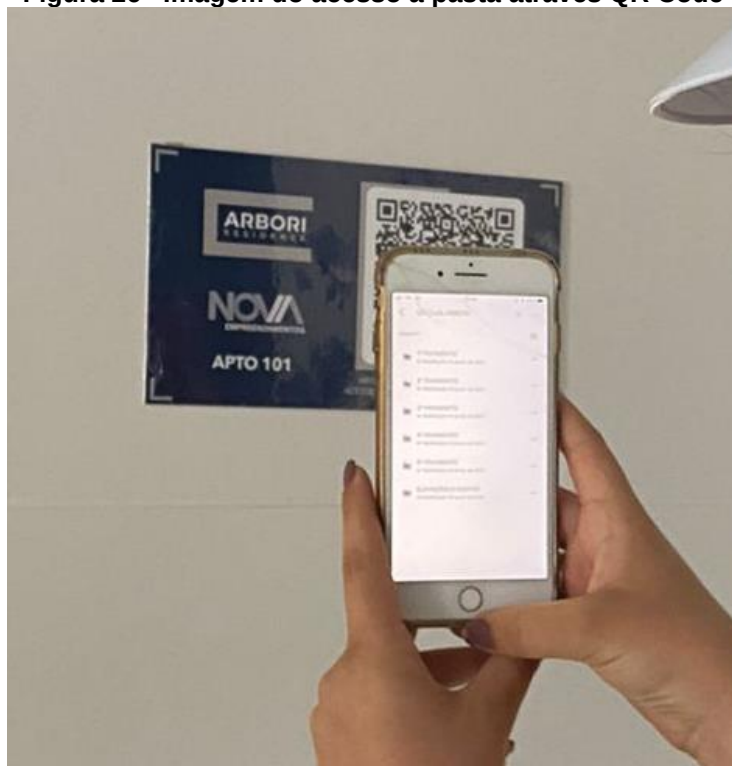
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados do estudo de caso realizado em uma obra no município de Florianópolis, na qual a ferramenta QR Code foi utilizada para compartilhamento de projetos.

4.1. Compartilhamento dos projetos pela ferramenta QR Code

Foi criada uma pasta no aplicativo *Google Drive* apenas para os projetos que seriam acessados pelo QR Code dos pavimentos tipos. Nela foram distribuídos primeiramente em seis pastas que contemplaram os cinco pavimentos tipos e fachada. Apontando a câmera para o QR Code tem-se acesso à pasta, sendo possível escolher a opção do pavimento desejado como mostram as Figuras 26 e 27.

Figura 26– Imagem do acesso à pasta através QR Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 27– Imagem do acesso às pastas dos pavimentos via QR Code



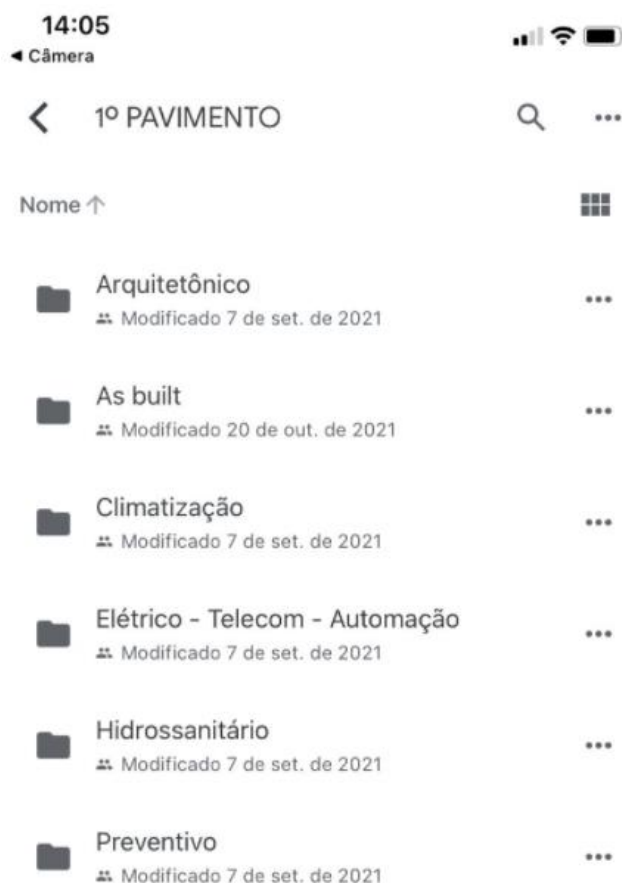
Fonte: Elaboração própria (2021)

Após a escolha do pavimento, podem-se acessar seis pastas que são distribuídas por tipo de projeto, como mostra a Figura 28. As pastas dispõem os projetos arquitetônicos, que incluem os projetos de forro, alvenaria, paginação, revestimento e execução, há a pasta com os projetos de climatização, há outra pasta que possuem os projetos elétrico, telecom e automação. Há a pasta que possui os projetos hidrossanitários e outra pasta que possui os projetos preventivos.

Há também a pasta do *As Built*, que é dividida em outras oito pastas para a escolha do apartamento que deseja, nela possuem todas as fotos com as medidas de tubulações dos apartamentos.

Os projetos disponibilizados são os arquitetônicos (forro, alvenaria, paginação, revestimento e execução), climatização, elétrico, telecom, automação, hidrossanitário e preventivo, conforme mostra a conforme a Figura 31. Além desses projetos é possível acessar também as plantas das fachadas e os cortes em PDF.

Figura 28– Arquivos que podem ser acessados dentro das pastas de cada pavimento



Fonte: Elaboração própria (2021)

Outra ferramenta de grande utilidade que também foi implementada, foi a criação de uma pasta com os projetos *As Built* (como construído, registro ou atualização dos projetos da edificação conforme sua execução) dos apartamentos, contendo as medidas da localização exata dos pontos e tubulações hidrossanitárias, de ar-condicionado e de gás.

Na Figura 29 é possível verificar a visualização de uma planta via *smartphone* através do acesso ao QR Code.

Figura 29– Visualização de um projeto via ferramenta QR Code

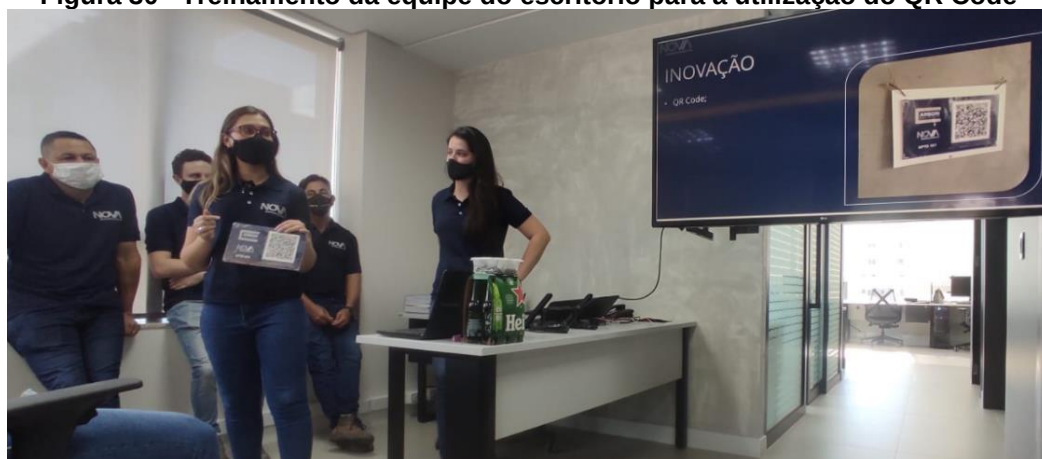


Fonte: Elaboração própria (2021)

4.2. Treinamento

Os treinamentos foram realizados com todos os funcionários que trabalham no escritório como mostra a Figura 30 e Figura 31, também no canteiro de obras como demonstra a Figura 32 nele demonstrou-se como utilizar a ferramenta e como acessar os projetos.

Figura 30– Treinamento da equipe do escritório para a utilização do QR Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 31– Treinamento da equipe do escritório para a utilização do QR Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

Figura 32 – Treinamento da equipe de obra para a utilização do QR Code



Fonte: Elaboração própria (2021)

Mesmo a maioria dos funcionários não necessitarem utilizar a ferramenta para seu trabalho diário, todos serão incluídos, e também caso haja a possibilidade de os mesmos utilizarem no futuro.

4.3. Resultados dos questionários aplicados

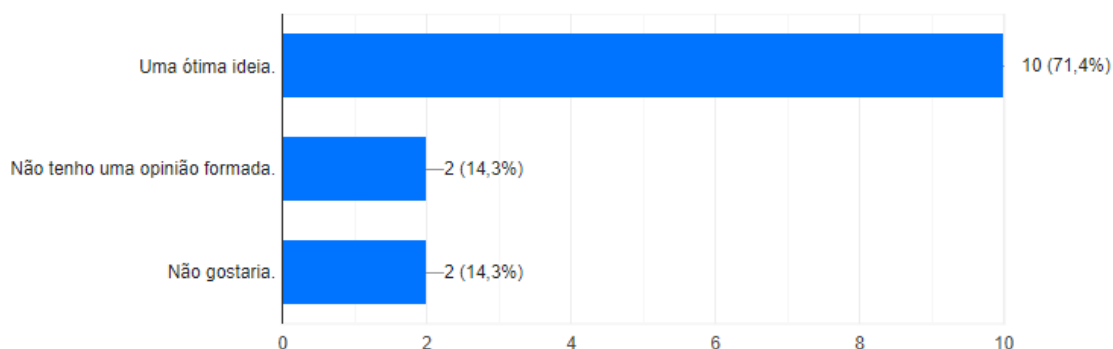
O primeiro questionário foi aplicado antes do treinamento, para se ter uma ideia do conhecimento dos funcionários que atuam no canteiro de obras com relação à ferramenta, que já estava inserida nos apartamentos.

Foram entrevistados apenas os funcionários que trabalham no canteiro de obras, os funcionários do escritório não participaram das entrevistas já que os mesmos não trabalham com o QR Code para a leitura dos projetos diariamente.

No primeiro questionário participaram 14 entrevistados, sendo 1 engenheiro, 1 pedreiro, 3 estagiários, 1 mestre de obra, 1 azulejista, 3 serventes, 3 eletricitas e 1 encanador.

De acordo com a Figura 33, 71,4% dos entrevistados acreditam que o projeto digitalizado em substituição ao impresso em papel é uma ótima ideia.

Figura 33– (Questionário 1) Opinião sobre projetos digitalizados ao invés de projetos impresso em papel



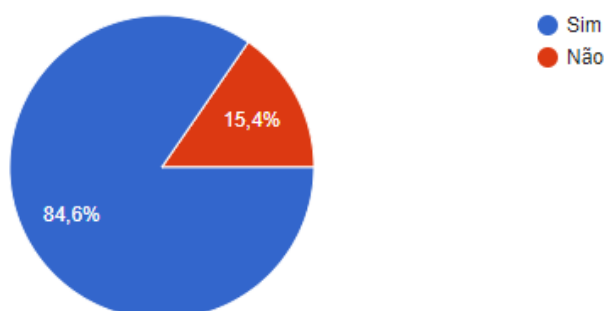
Fonte: Elaboração própria (2021)

Todos os entrevistados afirmaram saber o que é a imagem do QR Code, e a maioria já viu a placa que foi implantada antes mesmo do treinamento em obra. Além disso, aproximadamente 85% de pessoas tiveram curiosidade para saber o que era, como mostra a Figura 34.

Figura 34– (Questionário 1) Curiosidade com relação à ferramenta QR Code

Caso já tenha visto, você teve curiosidade para saber o que é?

13 respostas



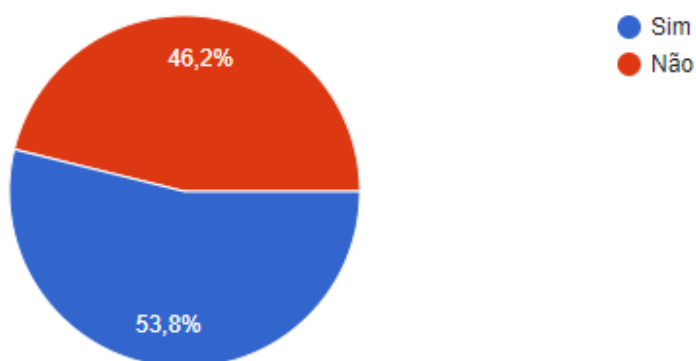
Fonte: Elaboração própria (2021)

Dos 14 entrevistados, mais da metade (53,8%) acessou a ferramenta sem o treinamento, como mostra a Figura 35.

Figura 35– (Questionário 1) Funcionários que utilizaram o QR Code

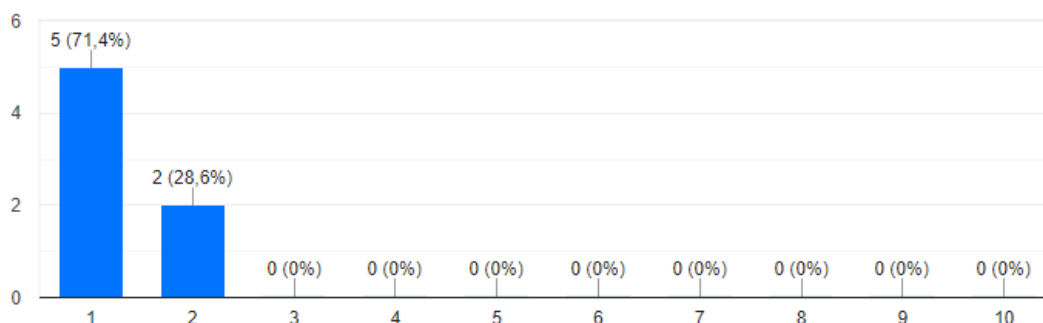
Já utilizou?

13 respostas



Fonte: Elaboração própria (2021)

Dentre os que utilizaram a ferramenta, e com relação ao grau de dificuldade, sendo fácil no nível 1 até 10 no nível difícil, todas as respostas variaram entre 1 (71,4%) e 2 (28,6%), sendo assim classificada, pelos entrevistados como uma ferramenta fácil de se utilizar como demonstra a Figura 36.

Figura 36– (Questionário 1) Grau de dificuldade para uso da ferramenta

Fonte: Elaboração própria (2021)

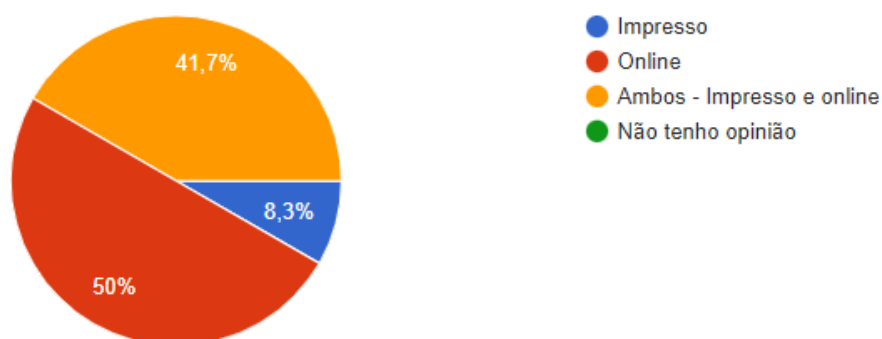
No segundo questionário foram entrevistados os funcionários, que realmente utilizariam o QR Code em seu trabalho diário. No total de 12 funcionários entre eles 1 engenheiro, 2 azulejistas, 3 estagiários, 1 mestre de obras, 3 eletricitas, 1 encanador e 1 técnico em edificações.

Com relação à preferência por projeto on-line, impresso ou ambos, metade dos funcionários entrevistados assinalaram que preferem o projeto on-line, porém alguns funcionários (41,7%) preferem os dois tipos de projeto e apenas um funcionário entrevistado ainda prefere o projeto impresso, como mostra a Figura 37.

Figura 37– (Questionário 2) Preferência por projeto impresso, on-line ou ambos

Você prefere o projeto impresso ou online?

12 respostas



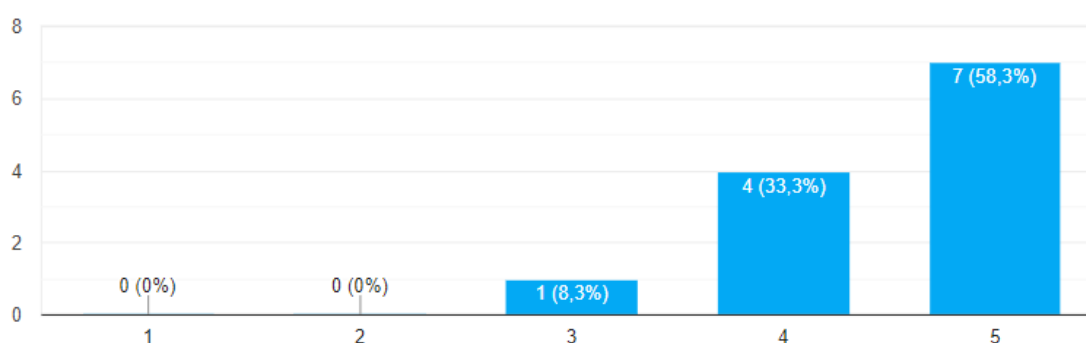
Fonte: Elaboração própria (2022)

Todos os funcionários entrevistados consideraram o QR Code para a leitura de projetos uma boa ideia. Todos os entrevistados também responderam que já

utilizaram a ferramenta QR Code para acesso de projetos, e os mesmos assinalaram que utilizaram ou utilizariam para o seu trabalho diário.

Foi questionado também aos funcionários o que achavam sobre o nível de facilidade de utilização da ferramenta. Todos os funcionários concordam que é uma ferramenta de fácil utilização. E, com relação ao grau de dificuldade, sendo 1 difícil até 5 fácil, as respostas ficaram entre os números 3 ao 5, sendo a maioria dos entrevistados selecionaram o nível 5, como mostra a Figura 38.

Figura 38– (Questionário 2) Grau de dificuldade de uso da ferramenta QR Code



Fonte: Elaboração própria (2022)

Na última pergunta foi questionado aos funcionários se o mesmo teria algum comentário, apenas três funcionários deram sugestões para aperfeiçoar a ferramenta, e os comentários foram:

- Ser mais específico com os nomes dos projetos.
- Inserir mais fotos das tubulações finalizadas e também dos seus *As Built*.
- Em vez de separar por andar na primeira pasta, colocar separado por tipologia e depois andares.

Os outros funcionários entrevistados apenas falaram que gostavam da ferramenta e não teriam nada para melhorá-la ou criticá-la.

4.4. Redução de impressões dos projetos após a adoção do QR Code

Foi comparada a redução de papel entre as duas obras que possuem o mesmo projeto arquitetônico, sendo a obra Vêneto que foi entregue em fevereiro de 2022, e seus projetos foram todos consultados em papel. E a obra Arbori que se iniciou

em maio de 2020, e teve o QR Code implantado em 25 de maio de 2021, quando a obra estava na etapa de execução com 50% construído.

Através da comparação de obras com mesmo projeto arquitetônico foi possível determinar os valores gastos com as impressões de projetos e sua redução após a implantação do QR Code no canteiro. Para isto foi elaborada uma planilha com base nas notas fiscais das empresas de plotagem vinculadas à obra Arbori desde o início da sua construção, como mostra a Tabela 01.

Pode-se perceber que após a implantação da ferramenta, que ocorreu em maio de 2021, as impressões de projeto foram solicitadas apenas duas vezes, nos dias 18 de agosto e 12 de novembro de 2021. Devido á projetos que sofreram atualizações, e com isso o funcionário responsável pela execução preferiu o projeto impresso.

Tabela 1– Valores das notas fiscais dos projetos impressos Arbori

Arbori	
Data	Valor da NF
12/06/2020	R\$ 237,60
17/06/2020	R\$ 153,60
15/07/2020	R\$ 361,30
10/08/2020	R\$ 346,30
11/09/2020	R\$ 461,80
22/09/2020	R\$ 7,00
13/10/2020	R\$ 365,70
20/10/2020	R\$ 7,00
27/10/2020	R\$ 7,00
30/11/2020	R\$ 8,00
08/12/2020	R\$ 67,40
11/01/2021	R\$ 103,00
28/01/2021	R\$ 8,00
11/02/2021	R\$ 10,00
10/03/2021	R\$ 182,00
13/04/2021	R\$ 60,00
29/04/2021	R\$ 5,00
14/05/2021	R\$ 104,40
18/08/2021	R\$ 119,30
12/11/2021	R\$ 81,60
TOTAL	R\$ 2696,00

Fonte: Elaboração própria (2022)

Para obra Vêneto, que iniciou em julho de 2019 e finalizou em fevereiro de 2022, também foi elaborada uma planilha que relaciona todos os valores de notas

fiscais que possuem apropriação para plotagem, contabilizadas desde o início da obra até a sua entrega, mostradas conforme a Tabela 02.

Tabela 2– Valores das notas fiscais dos projetos impressos Vêneto

Veneto	
Data	Valor da NF
21/08/2019	R\$ 135,00
18/09/2019	R\$ 14,40
19/09/2019	R\$ 340,80
17/10/2019	R\$ 367,00
11/11/2019	R\$ 97,80
12/11/2019	R\$ 4,00
09/12/2019	R\$ 73,20
16/01/2021	R\$ 7,00
17/02/2020	R\$ 99,20
13/04/2020	R\$ 231,90
14/05/2020	R\$ 285,40
17/06/2020	R\$ 92,00
22/06/2020	R\$ 7,00
15/07/2020	R\$ 198,50
10/08/2020	R\$ 155,00
22/09/2020	R\$ 9,00
13/10/2020	R\$ 135,00
21/10/2020	R\$ 7,00
27/10/2020	R\$ 9,00
30/11/2020	R\$ 10,00
08/12/2020	R\$ 179,80
11/02/2021	R\$ 10,00
10/03/2021	R\$ 80,40
14/05/2021	R\$ 108,20
18/08/2021	R\$ 182,60
07/10/2021	R\$ 79,00
09/12/2021	R\$ 160,60
TOTAL	R\$ 3078,80

Fonte: Elaboração própria (2022)

Analisando a quantidade de projetos solicitados após 50% da obra Vêneto executada, que seria depois de outubro de 2020, pode-se perceber que sem o uso do QR Code foram solicitadas mais vezes projetos para o canteiro, totalizando um gasto de R\$961,60. Enquanto com o auxílio do QR Code, na mesma etapa de execução, a obra Arbori gastou apenas R\$200,90, devido ao funcionário que solicitou o projeto impresso.

Se caso a obra Vêneto utilizasse a ferramenta QR Code desde a sua primeira etapa de execução até a entrega final, poderia se ter uma economia de até R\$3078,80, contudo levando em conta também os funcionários e suas exigências pelos projetos impressos. Havendo também atribuições positivas na questão ambiental.

4.5. Relato de experiência da autora

Foi gerado um QR Code para cada pavimento tipo, assim não se teria a necessidade de selecionar o andar quando acessasse a pasta, porém quando o QR Code foi mandado para ser impresso nas placas em acrílico, a fornecedora se confundiu e colocou o mesmo QR Code para todos os pavimentos, por isso houve a necessidade de selecionar o pavimento quando entra-se na pasta.

Uma das maiores dificuldades na implantação da ferramenta QR Code no canteiro para digitalização de projetos foi fazer com que alguns funcionários utilizassem a ferramenta pela primeira vez. Muitos deles começaram a utilizar apenas após questionarem sobre alguma dúvida quando precisa consultar o projeto, e com isso foi orientado a se utilizar o QR Code para sanar tal questão.

Outra dificuldade foi a localização inicial da placa, ela foi aplicada na parede ao lado da porta de entrada, porém após alguns meses, precisou ser iniciado o serviço de execução do selador nas paredes internas, e a placa precisou ser alterada de local.

Decidiu-se colocá-la na parede da cozinha onde a placa ficaria sob o azulejo e não necessitaria de serviços no local que ela se encontrava. Como sugestão futura colocar em pedestais que podem ser removidos facilmente.

Ao contrário do esperado, não foi considerada uma dificuldade a ausência do *wi-fi* nos pavimentos tipos 2 ao 5, já que no pavimento tipo 1 o sinal alcançava. Porém, foi identificado que se não houvesse a necessidade de usar a rede móvel do celular, e houvesse uma rede *wi-fi* para conectar-se seria um grande aperfeiçoamento do sistema.

O resultado positivo da implantação da ferramenta QR Code para o gerenciamento dos projetos no canteiro de obras repercutiu na adoção desta ferramenta pela empresa em outras obras. Além da facilidade de comunicação entre escritório/obra, evita retrabalho por ter acesso aos projetos atualizados e elimina a

reimpressão dos projetos. Outro ganho é ter uma pasta destinada ao *As Built*, demonstrando exatamente o que foi executado, organizando as informações para a elaboração futura do Manual de Uso, Operação e Manutenção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adesão de novas tecnologias na construção civil como, o *Building Information Modeling* (BIM), as câmeras termográficas, o RFID (rastreamento de equipamentos), o QR Code, estão sendo introduzidos com mais frequência no setor da construção, com o objetivo implantar práticas de gestão que facilitam o dia a dia, e também para acompanhar o mercado que está cada vez mais crescente e concorrido.

Através do estudo de caso realizado em um canteiro de obras foi possível avaliar a implantação da ferramenta QR Code para compartilhamento, atualização e acesso aos projetos, anteriormente impressos em papel.

A aplicação de questionários antes e após o treinamento possibilitou identificar que o uso da ferramenta QR Code facilitou o compartilhamento dos projetos no canteiro de obras. A ferramenta foi bem aceita pelos funcionários e ainda possibilitou reduzir custos por diminuir o número de impressões dos projetos ao longo da execução da obra.

A maioria dos funcionários prefere o acesso *on-line* via QR Code dos projetos, apesar de alguns ainda optarem por ter, também, o suporte do projeto em papel para a consulta. No entanto, ainda há uma pequena parcela de pessoas que alega não se sentir confortável em utilizar a ferramenta para o seu trabalho diário.

Todos os entrevistados consideraram a ferramenta de fácil utilização e, o problema com a falta de sinal *wi-fi* em alguns andares não foi um empecilho para a adoção do QR Code como mostra o questionário.

Levando em consideração os comentários dos entrevistados, e os aperfeiçoamentos que a ferramenta precisa solucionar, ainda assim, com a aplicação do estudo de caso na implantação da ferramenta QR Code para o compartilhamento e gerenciamentos dos projetos no canteiro de obras, obteve-se um resultado positivo, facilitando a comunicação entre escritório/obra, e também se teve como resultado a adoção da ferramenta QR Code pela própria empresa em outros canteiros de obras.

5.1. Sugestões para trabalho futuro

Aproveitando as sugestões deixadas pelos funcionários:

- Ser mais específico com os nomes dos projetos para facilitar a comunicação;
- Em vez de separar por andar na primeira pasta, colocar separado por tipologia e depois andares;

Com o uso do QR Code pode-se medir a diferença de produtividade em obra, comparando a utilização do projeto em papel e o digitalizado.

Fazer o estudo usando um QR Code diferente para cada apartamento, assim não tendo a necessidade de se selecionar o pavimento desejado.

Utilizar a ferramenta QR Code não só para compartilhar projetos digitalizados, mas para se ter acesso a consultas como:

- Projetos em BIM;
- Documentações da obra;
- Documentações dos funcionários;
- Utilizar a ferramenta QR Code em máquinas e equipamentos com o intuito de explicar o seu manual de utilização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995. 10 p.

AUTODOC (ed.). **Canteiros inteligentes: oportunidades e desafios para implantação**. 2020. Disponível em: <https://site.autodoc.com.br/conteudos/canteiros-inteligentes-oportunidades-e-desafios-para-implantacao/>. Acesso em: 21 fev. 2021.

BALFOUR BEATTY (org.). **Innovation 2050**: a digital future for the infrastructure industry. A Digital Future for the Infrastructure Industry. 2017. Disponível em: <https://www.balfourbeatty.com/how-we-work/public-policy/innovation-2050-a-digital-future-for-the-inf>. Acesso em: 18 jan. 2021.

BORGES, Aline. **Indústria 4.0: o que é e qual seu impacto?**: entenda tudo que você precisa saber sobre a indústria 4.0 e como ela vai impactar a sua vida.. Entenda tudo que você precisa saber sobre a indústria 4.0 e como ela vai impactar a sua vida.. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/industria-4-0>. Acesso em: 11 nov. 2020.

BORGES, Juliana Ferreira Barbosa. GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 5, p. 1-16, jul. 2013.

BRAGAGLIA, Umberto João. **FORMALIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE PROCEDIMENTOS PARA GERENCIAMENTO E COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM ESCRITÓR**. 2006. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (ed.). **DESAFIOS PARA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL**. Brasília: Cni, 2016. 37 p. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>. Acesso em: 05 jan. 2021.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à Indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%c3%a0%20Indust>. Acesso em: 14 nov. 2020.

COLLABO (Santa Catarina) (ed.). **As transformações da indústria 4.0 na realidade das empresas**. 2016. Disponível em: <https://blog.collabo.com.br/transformacoes-industria-4-0/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

DENSO WAVE (ed.). **History of QR Code**. 2015. Disponível em: <https://www.qrcode.com/en/history/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

EMMITT, Stephen. **Architectural Technology**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2002. 272 p.

FREJ, Tatiana Asfora; ALENCAR, Luciana Hazin. Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife. **Scientific Electronic Library Online**, Recife, v. 3, n. 20, p. 322-334, jul. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132010005000043&script=sci_arttext. Acesso em: 11 jan. 2021.

INSTITUTE, Project Management (ed.). **Guia PMBOK**. 6. ed. Pensilvânia: Project Management Institute, 2017. 756 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/A_Guide_to_the_Project_Management_Body_o.html?id=fOlfDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 15 fev. 2021.

JOHN, Vanderley. A inovação e o futuro da construção civil. **Cics**, São Paulo, p. 1-81, fev. 2019. Disponível em: http://cics.prp.usp.br/wp-content/uploads/2020/05/eBookConstrucao_2019-08.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. 3. ed. Campinas: Editora Saraiva, 2017.

LIMA, Tomás. **Internet das Coisas aplicada à Construção Civil**. 2019. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/internet-das-coisas-iot-construcao-civil/>. Acesso em: 21 fev. 2021.

LIMA, Tomás. **Realidade aumentada aplicada na Construção Civil**. 2019. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/realidade-aumentada-na-construcao-civil/>. Acesso em: 21 fev. 2021.

LIN, Yu-Cheng *et al.* Developing Mobile BIM/2D Barcode-Based Automated Facility Management System. **Hindawi: The Scientific World Journal**, Taiwan, v. 2014, n. 374735, p. 1-16, 28 ago. 2014. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/374735/>. Acesso em: 06 dez. 2020.

MEDEIROS, Márcia Cristina Ito. **GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA AO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDOS DE CASO EM CONSTRUTORAS**. 2012. 389 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/22294659-Gestao-do-conhecimento-aplicada-ao-processo-de-projeto-na-construcao-civil-estudos-de-caso-em-construtoras.html>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MIZUTANI, Meriellen Nuvolari Pereira; CONTI, Diego de Melo. O USO DA FERRAMENTA QR-CODE NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM DUAS EMPRESAS DE GRANDE PORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 7., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Singep, 2018. p. 1-12.

MOREIRA, Adriano Castro; HIPPERT, Maria Aparecida s. Gestão de sistemas construtivos e de manutenção com ambientes cms em pequenas e médias empresas

construtoras. **Brazilian Journal Of Development**. Juiz de Fora, p. 79475-79486. 19 out. 2020.

OLIVEIRA, Jordan Florio de. **Ferramentas e equipamentos utilizados na construção**. 2021. Disponível em: <https://obrasconstrucaocivil.com/ferramentas-e-equipamentos-utilizados-na-construcao/>. Acesso em: 07 fev. 2022.

OLIVEIRA, Victor Hugo Mazon de; SERRA, Sheyla Mara Baptista. Controle de obras por RFID: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no ca. **Ambiente Construído**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 61-77, 25 jul. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000400061&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 dez. 2020.

PINTO, Analia Maria Andrade. **ESTUDO DA PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA QUANTO À IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2012. 206 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Tecnologia da Construção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: <http://poscivil.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/461/2018/10/analiaformat.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

POLLITO, Giulliano. **Gerenciamento de Projetos na Construção Civil Predial**. 2016. Disponível em: http://polito.eng.br/upload/artigo_mundo_pM_20160330.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

QUINTÃO, Chiara. PIB da construção civil cresceu 8% em 2021, diz Sinduscon-SP. **Valor Econômico**. São Paulo, p. 0-1. 13 jan. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/01/13/pib-da-construcao-civil-cresceu-8percent-em-2021-diz-sinduscon-sp.ghml>. Acesso em: 12 fev. 2022.

REVISTA PAINEL (ed.). **A reinvenção dos canteiros de obras**: inovações tecnológicas reduzem custos e aumentam a eficiência na construção civil. **Revista Paine**l: Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Ribeirão Preto,

Ribeirão Preto, v. 302, n. 13, p. 5-7, maio 2020. Disponível em: <https://www.aeaarp.org.br/upload/revista/20200529141409painel-302-site.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

ROMANO, Fabiane Vieira. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações**. 2003. 381 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, Sandro. **Introdução à IoT: desvendando a internet das coisas**. [S. L.]: Ss Trader Editor, 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EmVaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=internet+das+coisas+4.0&ots=O9AWw8Fn7l&sig=z9LnTR6dhp5MgkqWKhv794d6UYU#v=onepage&q=internet%20das%20coisas%204.0&f=false>. Acesso em: 06 jan. 2021.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Zurique: Edipro, 2016. Tradução de: Daniel Moreira Miranda. Disponível em: https://issuu.com/j00kun/docs/klaus_schwab_-_a_quarta_revolu_o_i. Acesso em: 15 nov. 2020.

SIGGA TECHNOLOGIES (ed.). **Os 9 Pilares da Indústria 4.0 – Você conhece todos eles?** 2020. Disponível em: <https://sigga.com.br/blog/os-pilares-da-industria-4-0/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

SILVA, Bruna Castro Alves Romualdo. **DESAFIO DO GERENCIAMENTO DE PRAZOS EM OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2013. 15 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração de Projetos, Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <https://www.ietec.com.br/clipping/2016/8-agosto/desafio-do-gerenciamento-de-prazos-bruna.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SILVA, Maria Vitória Marim Ferraz Pinto da. **As Atividades de Coordenação e a Gestão do Conhecimento nos Projetos de Edificações**. 2004. 216 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São

Carlos, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4675/DissMVMFPS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 fev. 2021.

SOCOMANO, José Benedito *et al.* **Indústria 4.0 conceitos e fundamentos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2018. 181 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=PNCuDwAAQBAJ&lpg=PA17&ots=o0N4ByRKZi&dq=industria%204.0&lr&hl=p>. Acesso em: 05 jan. 2021.

SOON, Tan Jin. QR Code. **Synthesis Journal**. Singapore, p. 59-78. Não é um mês valido! 2008. Disponível em: https://d1wgtxts1xzle7.cloudfront.net/51791265/Three_QR_Code.pdf?1487080826=&response-content-dispos. Acesso em: 16 dez. 2020.

SOUZA, Roberto de. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas constr.** 1997. 52 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00190.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

TZORTZOPOULOS, Patricia. **CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS INCORPORADORAS DE PEQUENO PORTE**. 1999. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

VASILYEV, Rs *et al.* BIM and QR-codes interaction on a construction site. **Iop Publishing Ltd: Journal of Physics: Conference Series**. Moscou, p. 1-8. 02 dez. 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1425/1/012089>. Acesso em: 06 dez. 2020.

VERMULM, Roberto. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil**. São Paulo: Iedi, 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15486>. Acesso em: 06 jan. 2021.

YIN, Robert K.. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 289 p. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Estudo_de_Caso_5_Ed/EtOyBQAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=inauthor:%22Robert+K.+Yin%22&printsec=frontcover. Acesso em: 08 fev. 2022.

ZAKI, Tarek; KHALIL, Cherif. QR-CODED CLASH-FREE DRAWINGS: AN INTEGRATED SYSTEM OF BIM AND AUGMENTED REALITY TO IMPROVE CONSTRUCTION PROJECT VISUALIZATION. In: CANADIAN SOCIETY FOR CIVIL ENGINEERING, 11., 2015, Vancouver. **5th International/11th Construction Specialty Conference**. Cairo: Csce / Scgc, 2015. p. 1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278329163_QR-Coded_Clash-Free_Drawings_An_Integrated_System_of_BIM_and_Augmented_Reality_to_Improve_Construction_Project_Visualization. Acesso em: 20 jan. 2021.

ZAPAROLLI, Domingos. Canteiros de obra high tech. **Revista Pesquisa Fapesp**, São Paulo, v. 1, n. 278, p. 67-71, 17 abr. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/canteiros-de-obra-high-tech/>. Acesso em: 18 jan. 2021.