

João Victor Dezidério Vilela  
Victor Hugo Noletto Camargo

**Sistema Web para Gerenciamento de  
Presença utilizando de QR Code via  
*Smartphone***

Goiânia

2021

# SIBI

SISTEMA DE  
BIBLIOTECAS UFG



## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC nº 1204/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG):

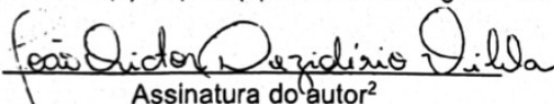
Nomes completos dos autores: João Victor Dezidério Vilela e Victor Hugo Noletto Camargo

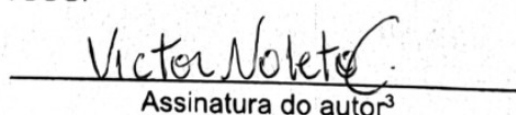
Título do trabalho: Sistema Web para Gerenciamento de Presença utilizando QR Code via Smartphone

### 2. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento  SIM  NÃO<sup>1</sup>

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF do TCCG.

  
Assinatura do autor<sup>2</sup>

  
Assinatura do autor<sup>3</sup>

Ciente e de acordo:

MARCELO STEHLING DE  
CASTRO:98323504687

Assinado de forma digital por MARCELO STEHLING DE  
CASTRO:98323504687  
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=33683111000107, ou=Secretaria da  
Receita Federal do Brasil - RFB, ou=ARSPRO, ou=RFB e-CPF  
A3, cn=MARCELO STEHLING DE CASTRO:98323504687  
Dados: 2021.06.05 15:56:26 -03'00'

Data: 04 / 06 / 2021

Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: (a) consulta ao(à)s autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento, imagens coladas não serão aceitas.

<sup>3</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento, imagens coladas não serão aceitas.

João Victor Dezidério Vilela  
Victor Hugo Noletto Camargo

## **Sistema Web para Gerenciamento de Presença utilizando de QR Code via *Smartphone***

Trabalho de conclusão de curso apresentado na Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação como requisito para a conclusão do curso de Engenharia de Computação e obtenção do título de Engenheiro de Computação.

Universidade Federal de Goiás – UFG  
Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC)

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Stehling de Castro

Goiânia

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Vilela, João Victor Dezidério

Sistema Web para Gerenciamento de Presença utilizando QR Code  
via Smartphone [manuscrito] / João Victor Dezidério Vilela, Victor  
Hugo Noleto Camargo. - 2021.

xvi, 16 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Stehling de Castro.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de  
Computação (EMC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Elétrica e de Computação, Goiânia, 2021.

Bibliografia.

1. Sistema Web. 2. QR Code. 3. Gerenciamento de presença  
automática. I. Camargo, Victor Hugo Noleto. II. Castro, Marcelo  
Stehling de, orient. III. Título.

CDU 004.4



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO  
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ATA DE AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

**Curso**

<input type="checkbox"/> Eng Elétrica	<input type="checkbox"/> Eng Mecânica	<input checked="" type="checkbox"/> Eng Computação PFC 1 <input type="checkbox"/> PFC 2 <input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------------------	---------------------------------------	--

<b>Banca Avaliadora</b>	
Membro 1	Marcelo Stehling de Castro
Membro 2	Sanderley Ramos Pires
Membro 3	Gustavo Dias de Oliveira

<b>Discente</b>	
Matrícula	Nome
201503144	Victor Hugo Noieto Camargo
201508642	João Victor Deziderio Vilela

Matrícula	Membro 1				Membro 2				Membro 3				Média
	NPT	NTE	NAA	NF	NPT	NTE	NAA	NF	NPT	NTE	NAA	NF	
201503144	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
201508642	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

NPT – Nota plano de trabalho; NTE – Nota do trabalho escrito; NAA – Nota de apresentação e arguição  
Para Eng. Elétrica, Mecânica e PFC2 da Eng. Da Computação:  $NF = 0,1 \times NPT + 0,45 \times NTE + 0,45 \times NAA$   
Para PFC1 da Eng. Da Computação:  $NF = 0,3 \times NPT + 0,7 \times NAA$

\* A APROVAÇÃO DO(S) ALUNO(S) ESTÁ CONDICIONADA À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO FINAL AO ORINETADOR COM TODAS AS CORREÇÕES SUGERIDAS PELA BANCA.

**OBSERVAÇÕES:**

Preencher com modificações solicitadas, caso existam. Em caso de reprovação, informar a justificativa.

---



---



---



---



---



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Stehling De Castro, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2021, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sanderley Ramos Pires, Professor do Magistério Superior**, em 04/06/2021, às 15:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Dias De Oliveira, Técnico de Tecnologia da Informação**, em 04/06/2021, às 15:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2110115** e o código CRC **2565CAEC**.

# Sistema Web para Gerenciamento de Presença utilizando *QR Code* via *Smartphone*

João Victor D. Vilela<sup>1</sup> — Victor Hugo N. Camargo<sup>2</sup> — Marcelo Stehling de Castro<sup>3</sup>

Universidade Federal de Goiás (UFG) - Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC) - Goiânia, Goiás, Brasil 74601-010, e-mails: joao.vilela@discente.ufg.br<sup>1</sup>, noleto@discente.ufg.br<sup>2</sup>, mcastro@ufg.br<sup>3</sup>.

**Resumo** — A utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação tem crescido, independentemente do nível da escolaridade. Apesar das dificuldades de implantação do uso de TICs no ambiente educacional, caminhos devem ser encontrados para isso, pois o mundo hoje não permite que nos coloquemos à parte do desenvolvimento tecnológico de forma geral. O uso da Internet das Coisas apresenta-se como uma possibilidade de ferramenta para o trabalho didático na educação. Essas soluções contribuem para o aumento da eficiência no processo de transferência de conhecimento, monitoração e controle da aprendizagem. Estudos apontam a relação entre assiduidade com um bom desempenho escolar. Sabendo disso, nota-se a importância de monitorar essa informação. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema web capaz de modernizar esse processo, tendo como objetivo principal a captura e gerenciamento das presenças de um aluno em uma determinada turma. Dentre as tecnologias avaliadas para essa proposta, a escolha pelo código QR é embasada em praticidade, agilidade e custo (zero). O protótipo desenvolvido se mostrou bastante promissor ao responder de forma eficiente os objetivos expostos.

**Palavras-chaves** — Internet das coisas, tecnologia de QR Code, sistema web, gerenciamento de presença automática, framework

**Abstract** — The use of information and communication technologies in education has grown, regardless of the level of education. Despite the difficulties of implementing the use of TICs in the educational environment, paths must be found for this, because the world today does not allow us to put ourselves apart from technological development in general. The use of the Internet of Things presents itself as a tool for didactic work in education. These solutions contribute to increasing efficiency in the process of knowledge transfer, monitoring and control of learning. Studies indicate the relationship between attendance and good school performance. Knowing this, it is important to monitor this information. The objective of this work is the development of a web system capable of modernizing this process, having as main objective the capture and management of the presence of a student in each class. Among the technologies evaluated for this proposal, the choice by QR code is based on practicality, agility, and cost (zero). The prototype developed proved very promising in responding efficiently to the objectives exposed.

**Keywords** — Internet of Things, QR Code technology, web system, automatic attendance management, framework

## I. INTRODUÇÃO

Atualmente, as múltiplas tecnologias da informação e comunicação (TIC) estão se tornando integrando, cada vez

mais, ao dia a dia das pessoas. A tecnologia, diante de sua acessibilidade, transformou a maneira como as pessoas se comunicam e compartilham informações, além de permitir que se estejam conectadas. Acima disso, torna as atividades diárias mais eficientes.

O uso das tecnologias nas organizações, auxilia na capacidade de gestão de recursos e proporciona o fornecimento de melhores serviços aos usuários finais. Esse cenário se assemelha aos campos educacionais, onde o avanço da tecnologia tem impacto significativo no ensino e aprendizagem das instituições.

O método de ensino e aprendizagem, processo pelo qual os discentes são submetidos para compreender os seus cursos e conhecimento interligado aos mesmos, veem sendo influenciados por uma série de ferramentas digitais disponíveis para a área da educação.

Além do ensino, diversos aspectos influenciam na eficácia do ensino e da aprendizagem. A aplicação da *Internet of Things* (IoT) em ambientes educacionais proporciona aos discentes novas metodologias de ensino a partir da interação com dispositivos inteligentes, assim promovendo uma solidificação do conhecimento e habilidades adquiridas.

O gerenciamento de presença é desses aspectos que ocorre durante o processo de um encontro, sendo considerado um processo que consome muito tempo. A assiduidade é considerada fundamental no processo de aprendizagem dos discentes [1], contudo é um processo que, por despender tempo excessivo, pode impactar no processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, esse artigo tem como finalidade desenvolver um sistema de gerenciamento de presença capaz de fornecer, de forma eficiente, o registro e o pré-processamento da frequência estudantil. A implementação desse visa solucionar os problemas referentes ao tempo consumido pelo processo de assiduidade, assim garantindo o seu uso no processo de aprendizagem.

Até o breve momento, a tomada de frequência não ocorre de forma automática, exigindo assim que o docente adote um processo antigo. Por exemplo, chamar o nome do discente ou distribuir uma folha de presença para que eles assinem. Estas técnicas, consomem tempo e são passíveis de fraude.

Além desses problemas, deve-se considerar que como o alvo de aplicação desse sistema é em ensino superior, o fator

econômico precisa ser considerado [2]. O sistema proposto utiliza-se da tecnologia de *Quick Response Code (QR Code)* para realizar a interface entre os discentes e o software construído. Assim, esse software pode reduzir o tempo de tomada de presença, questões de vulnerabilidade do processo e diante das tecnologias utilizadas, é um sistema viável de aplicação.

## II. TRABALHOS CORRELATOS

A *Internet of Things (IoT)*, conceito advindo do progresso tecnológico em conjunto com a revolução da *Internet*, é definida como uma infraestrutura global que conecta dispositivos distintos à *Internet*, com a finalidade de trocar informações e realizar correlações inteligentes [3].

Esse paradigma, que surgiu em 1999, tem poder de revolucionar as mais diversas áreas. O ambiente educacional é um dos focos, permitindo o crescimento da autoconsciência, das habilidades e do conhecimento dos discentes.

Diante disso, pesquisas anteriores relacionadas à investigação atual se concentram no uso de tecnologias distintas para realizar a interface entre o ambiente do discente e o do docente. Dentre as tecnologias mais abrangentemente usadas, 5 delas são mais fundamentadas e todas possuem alta empregabilidade no sistema proposto:

- Reconhecimento facial
- *iBeacon*
- Impressão digital
- Identificação por Radiofrequência (RFID)
- *QR Code*

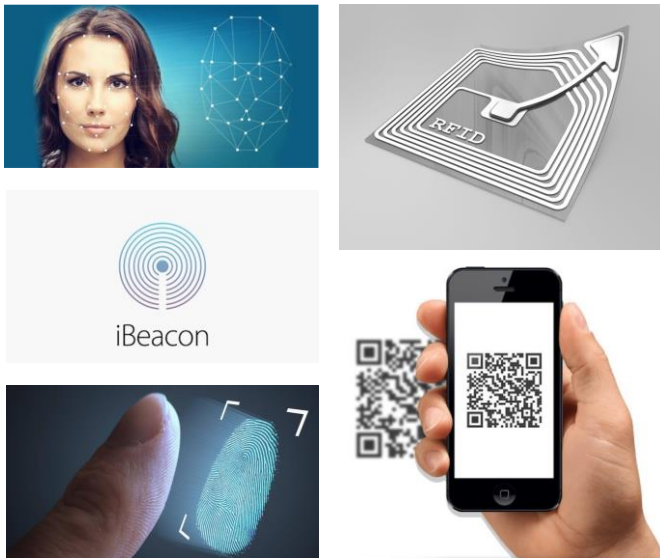


Fig. 1. Tecnologias de interface.

### A. Reconhecimento facial

A tecnologia de reconhecimento facial é viabilizada pela inteligência artificial. Ela funciona por meio de um algoritmo de *machine learning*, desenhado para escanear e registrar vários pontos do rosto humano como, por exemplo, a distância entre os olhos, a estrutura do nariz e do queixo e treinado para vinculá-lo a apenas um indivíduo.

Os primeiros pioneiros do reconhecimento facial datam de 1964/1965, contudo devido ao financiamento do projeto proveniente de uma agência de inteligência não identificada grande parte do trabalho não foi publicada. Sua evolução foi gradativa e no final da década de 1980 um sistema que veio a ser conhecido como *Eigenface*, por meio da álgebra linear, mostrou que a análise de características em uma coleção de imagens faciais poderia formar um conjunto de características básicas.

Lançado em 2006, o *Face Recognition Grand Challenge (FRGC)* possui como objetivo promover e avançar a tecnologia. Avaliando os algoritmos de reconhecimento facial mais recentes disponíveis na época, foi indicado que eram até 100 vezes mais precisos que os de 1995. A tecnologia avançou rapidamente de 2010 em diante e em 2017 tivemos o lançamento do *iPhone X* - o primeiro *iPhone* que os usuários puderam desbloquear através de reconhecimento facial.

Muitos métodos de controle de frequência foram introduzidos nos últimos anos, contudo a maioria possui limitações respectivas em portabilidade, acessibilidade, autenticidade ou custo.

Ao contrário de outros meios biométricos e não biométricos, como mostra o trabalho *Smart Attendance Monitoring System (SAMS): A Face Recognition based Attendance System for Classroom Environment* de 2018 [4], a tecnologia de reconhecimento facial se destaca com suas vantagens únicas: cada discente possui uma única identidade facial e que não pode ser falsificada por meros proxies.

Por mais que nesse estudo citado o reconhecimento possa falhar em reconhecer cada rosto/discente presente na sala, foi notado um funcionamento satisfatório para diferentes expressões faciais, iluminação e posição da pessoa.

A arquitetura de um sistema de reconhecimento facial para atuar como gerenciamento de presenças em uma sala de aula, é composta, na sua essência, por 4 componentes, conforme sugerido no estudo citado [5], sendo eles: uma câmera de captura facial, uma base de dados com imagens dos estudantes, o algoritmo de reconhecimento facial e a atualização do registro de presença.

Nesse estudo também é citado a necessidade de base de fotos de cada discente que implica diretamente na capacidade do algoritmo de reconhecer padrões faciais e identificar corretamente o discente. A precisão do reconhecimento do rosto para uma classe de 28 discentes foi de 95% em que condições similares como, por exemplo: luz, distância do rosto e expressões faciais) eram mantidas constantes durante a captura da imagem.

Estudos [6] [7] [8] [9] mostram que o tipo de tratamento em relação a identificação, detecção e tratamento de imagens faciais estão associados com diversos outros modelos matemáticos, como imagens no nível na escala de cinza, identificação das arestas das imagens, detecção de cor ou identificando a geometria associada às imagens.

As abordagens de técnicas de reconhecimento também são variadas, podendo fazer uso de análise estatística no qual são extraídos vetores característicos das imagens, métodos probabilísticos e algoritmos heurísticos ou neurais, no qual o reconhecimento é realizado por redes neurais artificiais [10].

### B. *iBeacon*

*Bluetooth Low Energy* (BLE), também conhecida como *Bluetooth Smart*, é uma tecnologia de rede de área pessoal sem fio capaz de transmitir dados em curtas distâncias a partir da combinação das tecnologias *Microchip* e RFID oferecendo vantagens que podem ser observadas na TABELA I [11].

TABELA I - COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS.

	NFC	BLE	RFID
<b>Distância</b>	15cm	50m	100m
<b>Tipo conexão</b>	Ponto a Ponto	WPAN	Ponto a Ponto
<b>Frequência</b>	HF	HF/UHF	LF/HF/UHF
<b>Tempo</b>	0,1s	9s	0,1s
<b>Transmissão</b>	Dois sentidos	Dois Sentidos	Um sentido
<b>Consumo energia</b>	Muito baixo	Muito baixo	Dependente da frequência
<b>Custo tecnologia</b>	Muito baixo	Alto	Baixo / Alto

Este foi projetado para fornecer um consumo baixo de energia e custo em comparação ao *Bluetooth* convencional [12], além de ser capaz de substituí-lo e utilizar do mesmo circuito para a transmissão de dados [13]. Com base nisso, alguns estudos vêm aplicando essa tecnologia, tais como: estimativa de risco de transmissão SARS-CoV-2 a partir de medições BLE [14], localização interna utilizando sistema baseado em IoT [15], entre outras aplicações.

Diante dessa tecnologia, a Apple criou o *iBeacon*, uma versão do BLE apto a fornecer geolocalização interna [16]. Nos *beacons* BLE, o emissor envia um sinal (conforme configurado por sua aplicação) e ao ser capturado por um dispositivo BLE este é capaz de calcular quão próximo ou distante está do *beacon* [17].

BLE é outra tecnologia recentemente utilizada em estudos referente a presença escolar. Por exemplo, Zorić B. [18] propôs um sistema composto por BLE *beacons*, *smartphones* e um sistema *web* capaz de capturar a maioria dos problemas referentes à frequência de discentes.

Vishal Bhalla [19] sugeriu um sistema de gerenciamento de presença baseado em Bluetooth. Neste, um aplicativo no smartphone do docente realiza uma reanálise de endereços *MAC* (*Media Access Control*) dos discentes e a partir desta lista, a presença do discente é confirmada.

### C. Impressão digital

Impressão digital é um mecanismo biométrico comumente usada e considerado seguro devido a autenticação direta pelo usuário. O reconhecimento dos padrões, tais como facial, íris, som e impressão digital, está relacionado a intensidade de luz, qualidade da imagem e distorção na imagem [20].

A autenticação do padrão de impressão digital, dentre os demais padrões de biometria, possui mais vantagens nas implementações da tecnologia [21] [22]. Além de ser a tecnologia de biometria mais difundida e aceita [23], podendo observar aplicações como: localização interna para aplicativos IoT [24] e localização ao ar livre [25].

No processo de autenticação, a imagem adquirida passa por um processo de equalização de histograma [26], uniformizando o contraste geral da imagem e deixando propício para a extração de borda. Por último, os pontos de miniatura são comparados com a base de imagens para obter a correspondência [27].

A obtenção das saliências presentes na impressão digital, existe três tipos de scanners, o ótico, o capacitivo e o ultrassônico. Nota-se que a implantação desse sistema, em alta escala, pode ser considerada dispendioso. Contudo, existe aplicações na área de registro de presença, como em Kamaraju M. [28] e Ansari A. N. [29] um sistema de presença baseado em impressão digital, porém é vulnerável a ataques ao banco de dados.

Joshi P. [30] sugeriu um sistema de presença via biometria com um sistema de notificação através do módulo Zigbee, contudo o mesmo pode ser danificado e os dados, por sua vez, também.

### D. RFID

A *Radio Frequency Identification* (RFID) é uma tecnologia focada em rastreamento, identificação e gerenciamento de produtos a partir de ondas de rádio, com variações de campo eletromagnético [31], permitindo a recuperação de dados de forma automática.

Desde a primeira aparição em 1973, em um sistema de destravamento de porta, a tecnologia do RFID está presente em diversos estudos, possibilitando uma vasta aplicação, tais como: em estacionamento inteligente [32], na localização e mapeamento de pessoas e robôs em ambientes [33], em fábricas [34], rastreamento de malas no aeroporto [35], além de outras funções que podem ser observadas na TABELA II.

TABELA II - EXEMPLIFICAÇÃO DA APLICAÇÃO DE RFID.

Exemplificação
Gerenciamento de Tráfego
Controle de livros em bibliotecas
Automatização de estacionamentos
Controle de acesso
Liberação de cancelas
Controle de estoques
Automatização residencial
Prevenção de furto de produtos

No sistema de RFID (exemplo figura X) os aparelhos leitores devem capturar, via ondas de rádio, os dados presentes nas *tags*. A etiqueta RFID ou RFID *tag* é um transponder, ou seja, é composta por um microchip, cuja função é de armazenamento dos dados, e antena, necessária para a comunicação.

Em seguida, tais informações são transmitidas ao software de processamento de dados. Todo esse processo pode ocorrer sem intervenção humana [36] e assim, pode ser considerado um eficiente método para monitoramento de presença de baixo custo [11].

Por exemplo, Shah S. N. [37] propôs um sistema de presença utilizando etiquetas RFID que permitiam às escolas a

supervisionar a frequência dos discentes dentro e fora da classe e a partir disto, disponibilizá-los para seus funcionários.

Ayu M. A. [38] sugeriu um sistema com foco na redução do tempo gasto no registro de presença utilizando NFC - *Near-Field Communication*, uma tecnologia derivada do RFID, mas com transferência de dados a curta distância [39].

### E. QR Code

*Quick Response Code* é um código de barras matricial que pode armazenar informações e é projetado para ser decodificado rapidamente por *smartphones*. Neste tipo de código, informações como texto, URL, *VCard* e outros dados, são armazenados a partir de módulos pretos dispostos em um padrão quadrado em um fundo branco. [40].

A tecnologia de *QR Code* foi desenvolvida para realizar o rastreamento de peças de veículos em uma subsidiária da Toyota, Denso Wave em 1994. Atualmente, essa tecnologia está presente em outros campos, como pagamento via *QR Code* em aplicação de *Smart City Bus* [41], segurança, streams relacionados à marketing, entre outros.

O sistema consiste em um *QR Code encoder* e um *decoder*. O *encoder* é responsável por codificar a informação, seja uma URL, texto, imagem ou outro dado, e gerar o *QR Code*, enquanto o *decoder* deve decodificar os dados presentes no *QR Code*. Esse processo pode ser notado na Fig. 2.



Fig. 2. Processo de codificação no QR Code.

Esta tecnologia é bastante presente em sistema de presença, visto que não existe custo para aplicação da mesma. Por exemplo, Talip B. A. [42] em *Mobile attendance system using QR Codes technology* desenvolveu um sistema utilizando desta tecnologia tendo em vista o baixo custo para sua aplicação.

Em [43], foi proposto um sistema de frequência dos discentes usando *QR Code*, Google planilhas e google formulário, tornando o sistema conveniente para docentes com baixa habilidades técnicas.

### III. SOFTWARES PARA PROTOTIPAGEM

Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizados os softwares mostrados na Fig. 3 e que serão explicados a seguir.



Fig. 3. Softwares usados na prototipagem.

### A. Visual Studio Code

O *Visual Studio Code* (VSCoDe) é um editor de código-fonte feito pela *Microsoft* para *Windows*, *Linux* e *macOS*. Os recursos incluem suporte para depuração, destaque de sintaxe, autocompletar código de forma inteligente, snippets, refatoração de código e Git incorporado. Os usuários podem alterar o tema, atalhos de teclado, preferências e instalar extensões que adicionam funcionalidade adicional.

Com as características citadas, o editor passou em popularidade nomes como *Sublime* e *Atom*, editores de código-fonte que até então ocupavam o ranking da categoria. O fato de possuir o código-fonte aberto é uma vantagem sem precedentes, sendo uma ótima escolha se você deseja aumentar o envolvimento da comunidade.

O maior diferencial da ferramenta é a quantidade de extensões que podem ser instaladas, customizando o uso do editor e facilitando o desenvolvimento para qualquer tipo de linguagem de programação possível. Dessa forma, em um único ambiente de trabalho foi possível ter os principais atalhos para o desenvolvimento do *backend* (PHP) como *frontend* (HTML, CSS, JavaScript).

### B. XAMPP

XAMPP é uma solução multiplataforma gratuita e de código-livre para implementação de servidores *web*, consistindo principalmente do servidor HTTP Apache, banco de dados MariaDB e intérpretes para *scripts* escritos nas linguagens de programação PHP e Perl. Como a maioria das implantações reais de servidores *web* usa os mesmos componentes do XAMPP, torna-se possível a transição de um servidor de teste local para um servidor ativo.

Oficialmente a ferramenta foi implementada com a pretensão de ser apenas uma ferramenta de desenvolvimento, para permitir que designers e programadores testassem seu trabalho em seus próprios computadores sem qualquer acesso à internet. Para tornar isso o mais fácil possível, muitos recursos de segurança importantes são desabilitados por padrão.

O processo de instalação é simples e permite que o usuário personalize a instalação, selecionando os módulos que deseja inicializar. Os 5 principais módulos oferecidos durante a instalação são:

- Apache: servidor *web*, responsável pela interpretação dos *scripts* em PHP/Perl;
- MySQL / MariaDB: banco de dados;
- FileZilla: um cliente FTP/SFTP;
- Mercury: servidor de e-mails local;
- Tomcat: uma implementação de código aberto do Java Servlet, JavaServer Pages e outras tecnologias de WebSocket do Java;

Além desses módulos também é possível instalar após esse processo inicial outras extensões para adequar o desenvolvimento esperado. Contudo, para nesse estudo será utilizado apenas o módulo Apache oferecido pelo XAMPP. Apesar do MySQL ser um banco de dados simples, a frente será explicada a razão da sua escolha no lugar de ser utilizado o banco de dados PostgreSQL.

O uso do FileZilla e do Mercury, diferente do Tomcat, se mostraram ferramentas necessárias apenas se o desenvolvimento da aplicação fosse levado mais adiante durante o período de desenvolvimento deste projeto.

### C. Google Chrome

A escolha de um navegador não parece ser uma decisão tão importante sabendo que ao desenvolver um sistema web focando em acessibilidade é necessário ter em mente os diferentes tipos de compatibilidade entre navegadores, versões e tecnologias. Espera-se que a experiência de uso seja a mesma independente do navegador e plataforma do usuário, mantendo um dos principais pilares de um sistema web que é a portabilidade.

Contudo durante o processo de desenvolvimento os navegadores podem oferecer algumas vantagens sobre outros, com suporte à inspeção de elementos, *debug* e até mesmo avaliações de segurança e desempenho, como é o caso do Chrome DevTools, que consiste em um conjunto de ferramentas de desenvolvimento *web* integradas diretamente no navegador Google Chrome.

É possível ativar o *Device Mode*, para aproximar a aparência e o desempenho de sua página em um dispositivo móvel. Esse modo fornece alguns recursos que ajudam a simular dispositivos móveis, tais como: simular a janela de visualização móvel, regulagem de rede, regulagem de CPU, simular geolocalização e definir orientação.

Esse modo é muito importante pois facilita o desenvolvimento da responsividade do sistema - um conjunto de regras a ser escrito em CSS que modifica o layout do site de acordo com o tamanho do dispositivo que o está acessando, aumentando paralelamente a portabilidade e acessibilidade da aplicação.

Dentre outras ferramentas práticas do DevTools tem-se: o painel de elementos, que possibilita fazer modificações em tempo real no HTML/CSS; o painel do console que auxilia o usuário com no *debug* da aplicação sendo muito útil para a inspeção de código e variáveis e o painel de rede que oferece um diagnóstico completo de todas as requisições HTTP realizadas na aplicação, exibindo código de retorno, tempo de execução, dentre outros.

## IV. MÉTODOS

### A. Back-end

No universo da computação, o "*back-end*" se refere a qualquer parte de um *site* ou programa de *software* que os usuários não veem. Na terminologia de programação, o *back-end* é a "camada de acesso a dados", em contraste ao *front-end*, que se refere à interface de usuário, a "camada de apresentação".

Foi utilizado no desenvolvimento o padrão de projeto MVC (do inglês *Model-View-Controller*). O principal objetivo dessa arquitetura é separar a funcionalidade, a lógica e a interface de uma aplicação para promover a organização. As tecnologias escolhidas para essa etapa do projeto foram a linguagem de programação *PHP* juntamente com o *framework* Laravel, tido como o mais popular no desenvolvimento *web* com esta linguagem.

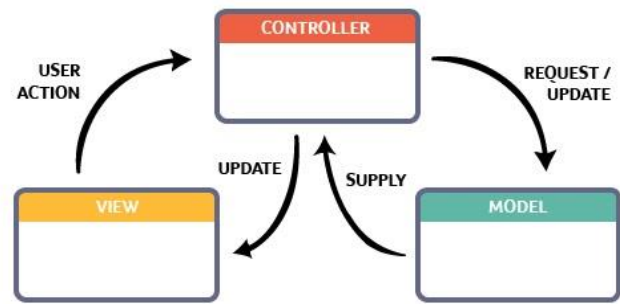


Fig. 4. Exemplificação do padrão de projeto MVC.

O *framework* proporciona atalhos e facilidades para o desenvolvimento de *models* (permitindo a comunicação com as entidades do banco de dados), *controllers* (para intermediar as requisições enviadas pelas *views* com as respostas fornecidas pelo model) e *views* (responsáveis por apresentar as informações de forma visual ao usuário).

Um ponto forte do Laravel são suas bibliotecas orientadas a objetos e diversas outras pré-instaladas, que não são encontradas em nenhum outro *framework* PHP popular. Por exemplo, a biblioteca de autenticação é uma biblioteca pré-instalada fornecida que fornece todas as regras de negócios já prontas para cadastro, *login* e recuperação de senha. Junto com a instalação fácil, esse *framework* poupa esforços (de desenvolvimento) ao oferecer recursos avançados como verificação de usuários ativos, proteção CSRF (*Cross-site Request Forgery*) e criptografia.

O Laravel também conta com o Eloquent, seu ORM padrão. Ele simplifica as interações e manipulações da aplicação com o banco de dados ao representar as tabelas como classes Model e permitir que o desenvolvedor possa programar a aplicação sem precisar escrever código SQL puro diretamente no código do programa, efetuando as interações com o banco de dados através dessas classes.

O crescimento no interesse pelo *Laravel* é motivado, em grande parte, pela forte comunidade que abraçou este *framework* como ferramenta de trabalho e contribuiu para que ele evoluísse e fosse alcançando cada vez mais excelência. Para efeito de comparação, sua página no *Github* conta com 65 mil estrelas, um número quase 4 vezes maior que o segundo *framework* mais popular, *CodeIgniter*, com 18 mil estrelas.

### B. Front-end

O *front-end* é toda parte da programação relativa à interface de uma aplicação. O *front-end* serve para que os usuários possam interagir com uma aplicação; em outras palavras, para construir a interface de utilização de um site, aplicativo ou *software*.

O desenvolvimento *front-end* é interpretado pelos navegadores ou sistemas operacionais e os ajuda a transmitir aqueles elementos a quem deseja interagir com eles. O desenvolvimento do *front-end* pode ser dividido em 3 etapas: HTML, JavaScript e CSS.

De grosso modo, a função do HTML é permitir que os navegadores sejam capazes de interpretar as informações contidas nos blocos de conteúdo com os quais o HTML trabalha, por isso ele é voltado apenas ao *front-end*.

O CSS, ou *Cascading Style Sheets*, é uma linguagem de estilo que serve para alterar a aparência das páginas criadas em HTML. Com essa linguagem é possível adicionar cores, efeitos, animações e múltiplos elementos visuais a uma página, criando sites mais dinâmicos e atraentes.

Já o JavaScript é o responsável por diminuir a estaticidade das páginas HTML, adicionando eventos e interações com os componentes. O JS permite mostrar mensagens e outras informações de interesse, fazer verificações ou mudar dinamicamente a apresentação visual das páginas, conforme o comportamento desejado na sua página ou aplicação.

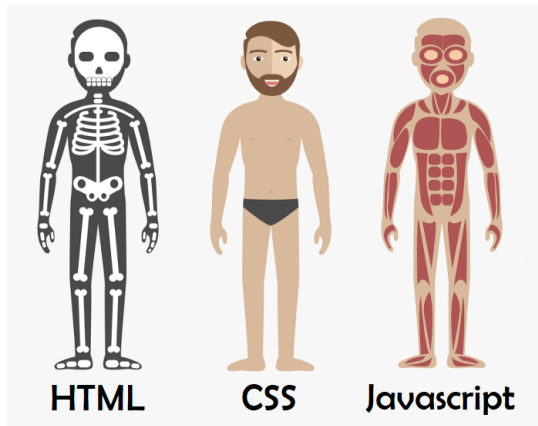


Fig. 5. Analogia corpo humano com fases do desenvolvimento front-end.

De forma similar ao PHP onde um *framework* foi usado para minimizar esforços, também há atalhos para o desenvolvimento *front-end*. Para o HTML é utilizado a Blade Engine, oferecida pelo próprio Laravel. Com essa funcionalidade é possível componentes em HTML que podem ser reaproveitados e importados de forma recursiva, tornando o desenvolvimento muito mais organizado e modularizado. Imagine uma aplicação com 100 páginas, sendo comum em todas a presença de um cabeçalho, com essa *engine* o código HTML deste cabeçalho estaria desacoplado em um componente/código.

Para o CSS foi utilizado o framework Bootstrap, que conta com uma série de classes em CSS prontas, além de plugins em JavaScript para implementar recursos como *dropdowns*, *carrosséis* e *slideshows* de maneira fácil e com pouco código. Assim como é objetivo de todo *framework*, o Bootstrap permite que menos código possa ser escrito, já que ele entrega uma série de formatações visuais prontas. A única necessidade do desenvolvedor é saber qual classe ele deve chamar. Além de padronizar uma série de parâmetros, o Bootstrap é uma das formas mais fáceis de deixar um site responsivo.

Por fim para o JavaScript é utilizado o jQuery, presente na internet desde 2006. O jQuery é usado por 77,9% de todos os sites e essa participação sobe para 95,7% ao considerar sites que utilizam JavaScript. Um dos motivos que atraem tantos usuários a utilizar o jQuery é a facilidade com que os comandos podem ser criados. Algumas operações podem ser executadas com apenas uma linha de código, mostrando como a biblioteca é fiel ao seu lema, “*write less, do more.*”

### C. Banco de dados

O banco de dados é a organização e armazenagem de informações sobre um domínio específico. De forma mais simples, é o agrupamento de dados que tratam do mesmo assunto e que precisam ser armazenados para segurança ou conferência futura. Bancos de dados relacionais como MySQL e PostgreSQL representam e armazenam dados em tabelas e filas. Eles são baseados em um ramo da teoria do conjunto algébrico conhecido como álgebra relacional. Bancos de dados não-relacionais como o MongoDB representam dados em coleções de documentos JSON.

O MySQL é o mais utilizado no desenvolvimento de aplicações onde a velocidade é importante, porém, isto tem mudado com versões mais recentes do PostgreSQL), enquanto o PostgreSQL se destaca por ser mais robusto e por possuir muito mais recursos que o MySQL.

Nas últimas versões do MySQL, os desenvolvedores acrescentaram diversos recursos já existentes no PostgreSQL como transações (confirmação e cancelamento de operações realizadas), *triggers* (gatilhos), *Stored Procedures* (Procedimentos Armazenados), *views* (visões), *lock line* (bloqueio em nível de linha) e *constraints* (cláusulas de integridade).

No entanto, o PostgreSQL continua sendo mais eficiente em vários aspectos. Possui um sofisticado mecanismo de bloqueio (MVCC), suporta tamanhos ilimitados de linhas, bancos de dados e tabelas (até 16TB), aceita vários tipos de subconsultas, possui mais tipos de dados e conta com um bom mecanismo de segurança contra falhas como, por exemplo, no desligamento repentino do sistema.

Por mais que todas as escolhas de ferramentas e tecnologias para a construção de uma aplicação priorizem a praticidade e agilidade do desenvolvimento a escolha do PostgreSQL sobre o MySQL é sustentada ao notar que as suas vantagens superam a simplicidade do MySQL. Não apenas isso foi avaliado, como também a necessidade de se utilizar funções relacionadas com data e tempo para facilitar as consultas necessárias para o tratamento das chamadas, como uma consulta capaz de gerar todas as datas dentro de um período que em contrapartida a uma query de 8 linhas para o obter esse retorno com o MySQL temos a função “*generate series(start timestamp, end timestamp)*” no PostgreSQL.

PostgreSQL é construído tendo em mente extensibilidade, conformidade com padrões, escalabilidade e integridade de dados, às vezes, em detrimento da velocidade. Portanto, para fluxos de trabalho simples e com muita leitura, pode ser uma escolha pior do que o MySQL. Em contrapartida, por não incluir certos recursos SQL, o MySQL se mantém leve para priorizar velocidade e confiabilidade. A velocidade do MySQL é especialmente aparente quando se trata de funções altamente simultâneas e somente leitura.

É fácil encontrar benchmarks que favorecem um banco de dados em detrimento de outro, dependendo do hardware, da configuração e do teste. Um banco de dados pode ter um desempenho melhor em uma máquina de núcleo único com pouca memória, enquanto outro pode tirar melhor proveito do dimensionamento para vários processadores de núcleo. Um pode conduzir em leituras enquanto outro conduz em gravações.

## PostgreSQL 9.5.0 vs MariaDB 10.1.11 vs MySQL 5.7.0

Source: nghenglim.github.io

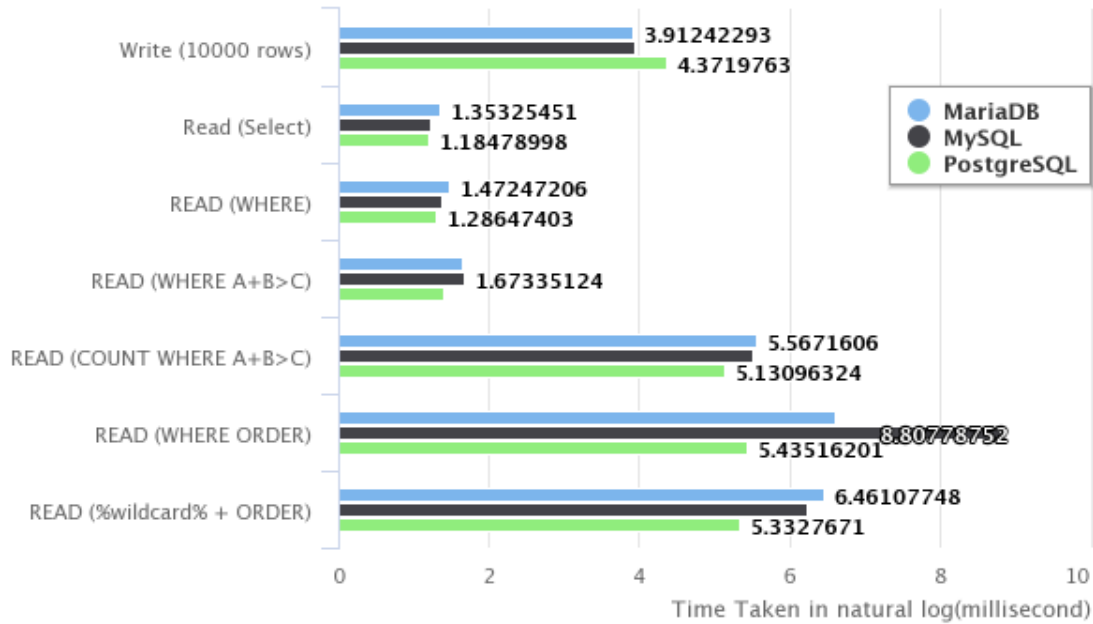


Fig. 6. Comparação de performance entre MariaDB, MySQL e PostgreSQL.

### D. Tecnologia de interface

A interface entre o sistema *web* e o discente ocorre por meio da tecnologia de *Quick Response Code*, que possui um custo reduzido e alta acessibilidade, visto que todo *smartphone* contém reconhecimento nativo. Nota-se que além dessas características, o *QR Code* pode ser configurado diante a partir dos seguintes atributos:

- Capacidade de informação armazenada;
- Correção de erros;
- Codificação;
- Dimensão;
- Modelo.

Os símbolos variam da versão 1 à versão 40, onde cada contém uma quantidade de módulos, ou seja, pontos pretos e brancos presentes no *QR Code*. Além disso, cada versão possui uma quantidade máxima de dados de acordo com o nível de correção de erros e modelo.

O nível de correção é empregado para inserir agregado aos dados uma série de palavras-código de correção de erros, as quais permitem que o símbolo seja lido mesmo que esteja parcialmente danificado. A TABELA III contém os níveis de correção de erros e sua capacidade aproximada de correção.

Nível de correção de erros	Área danificada em relação ao tamanho de todo o código
L	7%
M	15%

Q	25%
H	30%

No *QR Code*, os dados inseridos são codificados seguindo um padrão de codificação. Nesse sistema, foi realizado o uso da biblioteca *Simple QRCode* [44], a qual foi configurada para um símbolo de tamanho 250 pixels, sem margem e formato SVG. Além dessas configurações, é aplicado uma codificação ISO-8859-1 e um nível de correção de erro de tipo L, ou seja, 7% das palavras-código podem ser restauradas.

Nota-se que, não há necessidade de configurar um nível de correção de erro, visto que o ambiente de aplicação não promove perda de dados presentes no *QR Code*. Contudo, os dados presentes nesse foram encriptados com o padrão AES-256 (*Advanced Encryption Standard*), que é uma cifra de criptografia de chave simétrica de comprimento  $2^{256}$ , onde a mesma chave que criptografa os dados é usada para descriptografar [45]. Assim o modelo do *QR Code* é *EQR Code* (*Encrypted QR Code*).

## V. MODELAGEM DO SISTEMA

### A. Metodologia de Projeto

Uma metodologia de projeto consiste em um padrão de implantação, desenvolvimento e uso de ferramentas ao executar um projeto. Assim, as metodologias de projetos podem ser resumidas em um conceito: sistematização. Ao organizar a ordem de execução das tarefas, além do tempo investido em cada uma e os materiais usados, por exemplo, é mais fácil manter a execução do projeto alinhada com as expectativas.

Conhecer as melhores metodologias de desenvolvimento de software é indispensável para que a criação de qualquer sistema seja bem-sucedida. Cada *software* possui as suas próprias características e precisa atender a necessidades específicas. A mesma lógica é aplicada aos seus meios de desenvolvimento, que possuem parâmetros próprios, voltados às peculiaridades dos diferentes tipos de sistemas. Dentre as conhecidas

metodologias utilizadas neste projeto foi a Kanban, uma variação da metodologia ágil.

A metodologia ágil trata-se de uma metodologia de desenvolvimento de software com foco no próprio projeto ou produto. Ela visa a realização de melhorias e alterações constantes, baseadas no feedback dos usuários, dos próprios clientes e até do time interno de criação. Sem estruturas rígidas, o processo visa períodos curtos de desenvolvimento, para que

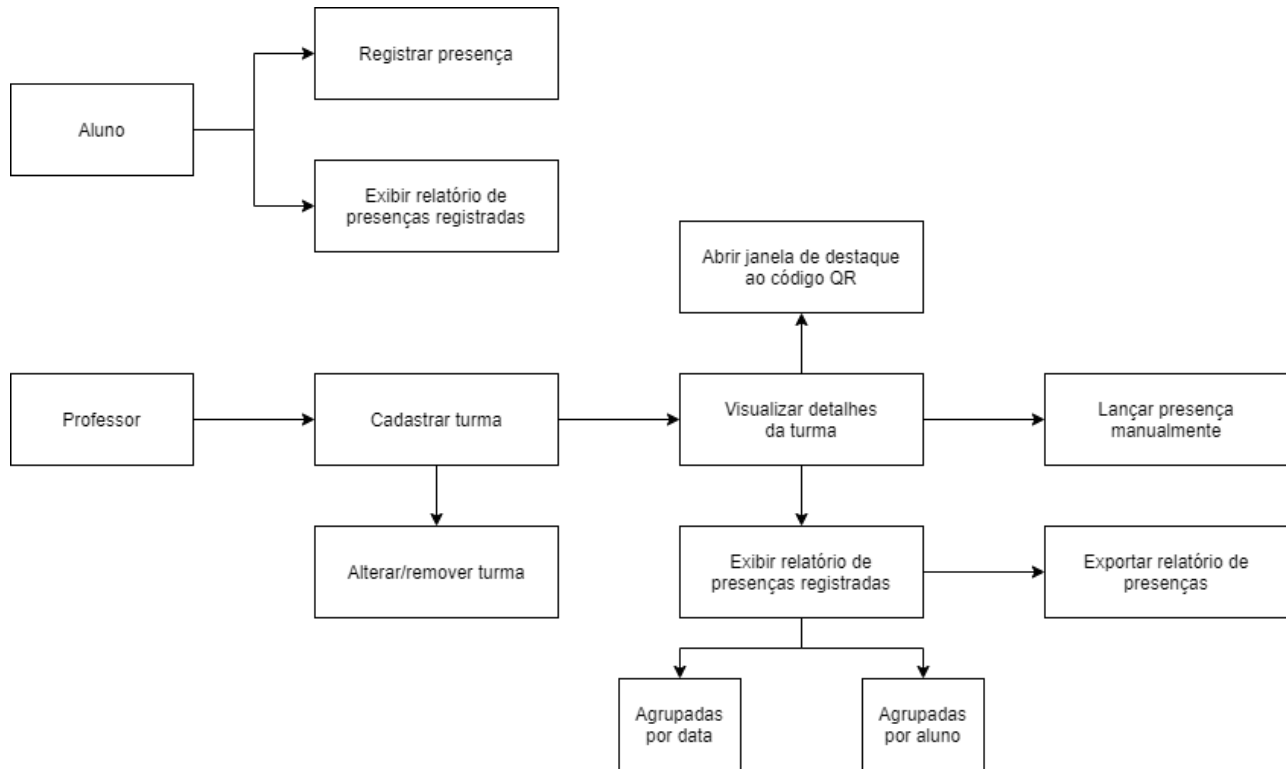


Fig. 7. Diagrama casos de uso da aplicação.

os resultados e seus respectivos feedbacks sejam obtidos de maneira rápida. O grande benefício é que os eventuais problemas do *software* podem ser corrigidos ainda em seu estágio inicial, garantindo mais qualidade já nas primeiras versões do sistema.

O desenvolvimento utilizando Kanban gira em torno de um quadro Kanban, uma ferramenta usada para visualizar o trabalho e otimizar o fluxo do trabalho entre a equipe. A função deste quadro é garantir que o trabalho da equipe seja visualizado, seu fluxo de trabalho padronizado e todos os bloqueadores e dependências sejam imediatamente identificados e resolvidos. Um quadro Kanban básico tem um fluxo de trabalho de três etapas: Pendente, Em Andamento e Concluído.

### B. Análise de Requisitos

Os requisitos de um sistema são descrições e restrições de funcionalidades. O levantamento desses requisitos é fundamental para facilitar a identificação e definição de requisitos. Para isso é preciso identificar os usuários e casos de uso das principais funcionalidades do sistema. As funcionalidades foram agrupadas pelos dois tipos de usuário: docentes e discentes.

Para os docentes começamos com o conceito de CRUD para as entidades de turmas. Esse conceito implica em regras de negócios para a criação (C - *create*), leitura (R - *read*), atualização (U - *update*) e remoção (D - *delete*) de uma turma. Na leitura de uma turma é possível gerenciar as faltas, exibindo relatórios para as presenças marcadas, podendo ser agrupadas por aula (data) ou discente. Por fim temos a exportação dos dados para facilitar alguma possível importação em outra plataforma.

Já os requisitos estipulados para os discentes contemplam a leitura do código QR e todas as regras de negócios e validações para concluir a presença. O discente também deve ser capaz de acessar relatórios do seu desempenho nas turmas matriculadas.

### C. Caso de Uso

Os casos de uso contribuíram para um melhor entendimento do fluxo de uso do sistema em geral. Além de contribuir na identificação de exceções e problemas que poderiam ocorrer durante a utilização da aplicação. O diagrama de casos de uso é apresentado na Fig. 7, na qual todas as funcionalidades só podem ser operadas após autenticação no sistema.

#### D. Banco de dados

A modelagem do banco de dados é uma parte crucial para esse projeto, pois os dados enviados pelos usuários serão armazenados no sistema. Com todos os requisitos coletados e os casos de uso escritos, iniciou-se a modelagem, tendo essa uma abordagem clássica com banco de dados relacional.

A técnica de modelagem de bancos de dados aplicada denomina-se Modelo Entidade Relacionamento (MER), observado na Fig. 8. Esse modelo de dados descreve os objetos (entidades) envolvidos em um domínio de negócios, com suas características (atributos) e como elas se relacionam entre si (relacionamentos), presente na TABELA IV.

TABELA IV - DESCRIÇÃO TABELAS DO MER.

Tabela	Descrição
<i>programs</i>	Armazena os cursos disponíveis. Possui relação com usuários se for do tipo aluno (identifica o curso do aluno) e com turmas (identifica para qual curso a turma é fornecida)
<i>users</i>	Armazena os usuários da aplicação. A coluna <i>group_id</i> identifica se é um professor (valor 1) ou aluno (valor 2). As colunas <i>program_id</i> e <i>matriculation</i> são necessárias apenas no cadastro de um aluno representando o curso e matrícula respectivamente
<i>schedules</i>	Armazena os possíveis horários de aula da UFG, mapeando os horários de início e término para cada uma das chaves (M1, M2, ..., T1, T2, ..., N4, N5)
<i>courses</i>	Armazena as turmas cadastradas pelos professores. No cadastro da turma o professor deve especificar o horário conforme é utilizado na universidade (ex: 2M12)
<i>Courses_schedules</i>	Uma tabela pivot que relacionada uma turma com "n" horários ( <i>schedules</i> ), de acordo com a chave informada
<i>attendances</i>	A principal tabela da aplicação que armazena as presenças registradas pela leitura do código QR pelos alunos, assim como as lançadas manualmente pelo professor

#### VI. APRESENTAÇÃO DA APLICAÇÃO DESENVOLVIDA

A aplicação foi pensada para funcionar com dois grupos de usuários: docentes e discentes. Cada grupo terá acesso a diferentes funcionalidades e relatórios de acordo com o que se é esperado. Para o grupo dos docentes as funcionalidades sintetizam o gerenciamento de turmas (criação, alteração e remoção).

Dentro de uma turma o professor conseguirá gerenciar as frequências lançadas assim como exibir relatórios que o ajudarão a visualizar a assiduidade dos alunos. As funcionalidades do grupo composto pelos discentes se resumem a registrar uma presença através da leitura do código QR. O discente também tem acesso a relatórios que reúnem suas frequências em uma turma.

#### A. Autenticação

Caso o usuário não possua um cadastro na aplicação, é necessário preencher um formulário com os campos nome, e-mail, login e senha - se o usuário for um discente também deverá informar sua matrícula e curso.

Nota-se a necessidade de fazer uma consulta na base de dados da UFG para obter todos os cursos ofertados pela universidade atualmente. Para fins de testes foram inseridos apenas os cursos da EMC e EECA.

O cadastro de um usuário conta com algumas regras de unicidade de matrícula, e-mail e login, vinculando essas três informações a apenas um usuário. Após o cadastro é realizado automaticamente o login do usuário pela primeira vez.

Vale ressaltar que todas as regras de negócios (no modelo MVC, *models* e *controllers*) da autenticação são códigos de terceiros, especificamente do *framework* utilizado Laravel. Isso permitiu não só uma velocidade no desenvolvimento como também uma maior confiabilidade ao usar uma ferramenta bastante difundida pela comunidade de desenvolvedores web.

A persistência do login do usuário na aplicação é graças ao uso de sessões [46], uma forma simples de armazenar dados para usuários individuais usando um ID de sessão único. Sessões podem ser usadas para persistir informações entre requisições de páginas. IDs de sessão normalmente são enviados ao navegador através de cookies de sessão e o ID é usado para recuperar dados da sessão existente.

#### B. Área do docente

Ao entrar na aplicação um docente terá acesso a página de turmas cadastradas, tendo um acesso rápido às principais informações de todas as turmas administradas no período (já cadastradas na aplicação). A página é composta por dois principais componentes:

- 1) Conjunto de cartões que sinaliza a última, próxima e atual (se houver) aula do docente baseado no horário de acesso e
- 2) A tabela de turmas cadastradas; foram esses dois componentes há um botão com a ação de abrir uma janela com um formulário para criar uma turma.

Para criar uma turma o docente deve informar o nome, o curso o qual essa matéria está sendo oferecida e o horário. O horário deve ser cadastrado seguindo o mesmo padrão da universidade, sendo uma legenda para o(s) dia(s) da semana, turno e horário (exemplo: 24M12 representa uma turma que possui das 07:00 às 08:50 todas as segundas-feiras e quartas-feiras).

Foi feito um mapeamento no qual ao receber uma chave (seguindo o padrão) é retornado a lista de todas as datas e horários da turma no período, que para o desenvolvimento dessa aplicação - e segundo o calendário oficial da UFG para 2020/2 - vai de 22 de fevereiro até 12 de junho. O horário da turma é de suma importância para a validação de uma presença, limitando que uma presença só seja validada se for realizada dentro do período de aula.

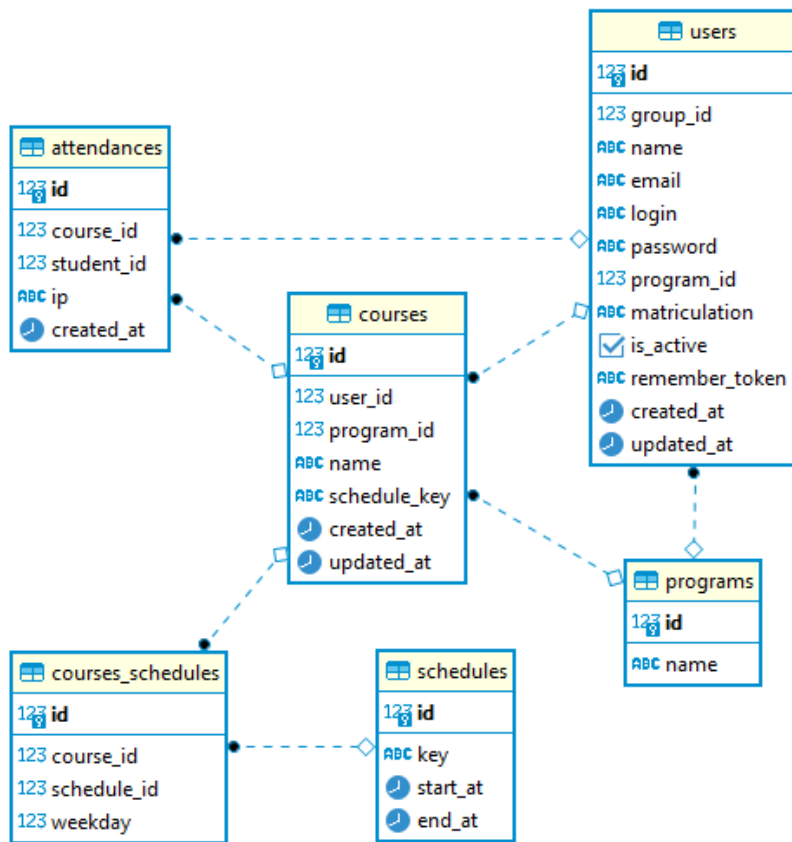


Fig. 8. Modelo Entidade-Relacionamento (MER) da aplicação.

### Formulário de Turma

Nome

Curso

Horário

---

ÚLTIMA AULA

#### Compiladores 1

Engenharia de Computação  
35N23 - 27/04 18:50

Turmas cadastradas

Horário	Qtde. de alunos	Ações
nputação 35N23	15	<input type="button" value="✎"/> <input type="button" value="🗑️"/>

Fig. 9. Criação/Edição de uma turma.

Nessa mesma tela o docente pode alterar e remover uma turma. Contudo a alteração do horário só poderá ser feita em uma turma que não tenha recebido nenhuma presença/matriculação de discente, evitando assim conflitos com os registros já inseridos no banco de dados.

Ao selecionar a opção de remover a turma um alerta será exibido para confirmar a ação do docente, informando que todos os registros/informações de discentes e presenças dessa turma serão removidos.

A informação do curso da turma não é utilizada na validação da presença porque por se tratar de uma versão básica do nosso estudo, o sistema não seria capaz de tratar discentes de outros cursos matriculados na disciplina através do acréscimo de disciplinas, o que é bem em comum em cursos com a grade curricular similar.

Na tabela de turmas cadastradas é possível ter um acesso rápido a quantidade de discentes cadastrados. Vale a citação que não existe uma relação direta entre discente e turmas. Os discentes de uma turma são obtidos com base em uma consulta na base de dados que verifica quais discentes já realizaram uma (ou mais) presença nesta.

A última interação nessa tela é a que redireciona o usuário para a página de detalhes de uma turma. Isso pode acontecer clicando na linha desejada na tabela de dados ou até mesmo nos cartões posicionados acima da tabela.

Dividida em duas seções, a página relacionada aos detalhes de uma turma é onde o docente poderá acompanhar o nível de presença de uma determinada aula ou discente. Nessa tela

também temos o primeiro acesso ao código QR da turma - gerado e atualizado automaticamente - como também um botão destinado a inserir registros de presença manualmente.

Na aba “aulas ministradas e agendadas” é visualizado quantas presenças foram registradas para uma determinada aula. Clicando no botão “Informações detalhadas” uma janela é aberta exibindo as informações detalhadas deste dia, composta pelas informações do discente (nome e matrícula) e a data de registro da presença.

Pelo horário de registro é calculado o número de presenças/faltas que o discente recebeu. É importante ressaltar que este cálculo só contempla o horário de registro da presença e o horário da turma. O sistema - nesta versão inicial - não implementou uma forma de poder controlar o horário de saída do discente. Isso implica que, em suposição, um discente ao marcar presença continuou em aula até o seu término.

A solução para este problema seria a de vincular uma presença válida a duas leituras: uma para entrar e outra para sair. Com essa correção um discente que realizasse a leitura do código QR ao entrar em aula, mas não realizasse a segunda leitura ao sair teria sua presença desconsiderada.

Ainda na janela de detalhes de uma data é visto um feedback visual a proporção de presença do discente: verde para maior que 50%, amarelo para entre 0% e 50% e vermelho para 0% (discente não participou da aula). Os botões de atualização - manual e automática - também estão presentes no cabeçalho da janela para auxiliar o docente que deseja acompanhar essas informações conforme os eventos são recebidos.



Fig. 10. Detalhes de uma aula.

Também é possível acompanhar o andamento de um discente em específico, observando sua frequência e possíveis padrões. Na aba “discentes matriculados” é visualizado quantas presenças foram registradas pelo discente desde o começo do período até a data atual. Clicando no botão “informações detalhadas” uma janela é aberta exibindo as informações detalhadas deste discente, composta pelas informações: data da aula, horário de presença e porcentagem de presença.

Com essas informações o docente consegue alertar um discente a respeito de sua presença, evitando problemas como uma reprovação - que na UFG acontece se o discente não conseguir ao mínimo 75% de presença.

Uma pendência que não foi desenvolvida por não ser considerada crucial para a versão inicial da aplicação, mas que define uma interessante observação seria uma exibindo o tempo médio do registro da presença do discente de uma matrícula. Com essa informação seria possível fazer uma análise sobre a dificuldade dos discentes em estarem presentes no horário correto.



Fig. 11. Detalhes frequência de um discente.

Como mencionado anteriormente, um discente é dado como matriculado em uma turma ao possuir ao menos uma presença registrada na turma. Contudo essa relação pode ser manipulada manualmente pelo docente, desmatriculando um discente - removendo todos seus registros de presença da turma - ou inserindo manualmente um registro de presença para algum discente (já estando matriculado ou não).

Ao tentar desmatar um discente um alerta é exibido para que o docente possa confirmar essa ação. Clicando no botão “marcar presença” uma janela é aberta onde o docente deve informar o número de matrícula e horário de presença do discente - não é preciso informar a data da aula porque essa é obtida automaticamente através da data de presença e horário da turma.

Para garantir que o(s) registro(s) sejam inseridos com sucesso algumas regras de validação são verificadas: 1) um discente deve existir relacionado com a matrícula informada e 2) o discente não pode ter uma presença já cadastrada para a aula relacionada.

### C. Funcionamento geral do Código QR

Sabemos que um código QR é uma representação visual de algum texto. O texto codificado na nossa aplicação é um JSON criptografado. A criptografia garante que o conteúdo não possa ser interpretado por terceiros, já que só é possível descriptografar com uma chave privada que está salva no servidor da aplicação.

Um JSON (*JavaScript Object Notation*) é um formato leve para transferência/intercâmbio de dados, similar ao XML, porém consegue ter seu tamanho reduzido aumentando sua praticidade. Salvamos o identificador da turma (coluna id do banco de dados) e a data de expiração do código QR (data da geração do código acrescida de 60 segundos).

Por mais que a exposição dessas informações não ataque diretamente a segurança da aplicação, a decisão de criptografar o JSON se deu pela facilidade que o *framework* Laravel oferece.

Fig. 12. QR Code gerado para turma.

O método de criptografia utilizado pelo framework é o AES-256 [47]. AES é a abreviação de *Advanced Encryption Standard* (Padrão de Criptografia Avançado). É uma cifra de criptografia de chave simétrica, o que significa que a mesma chave usada para criptografar os dados é usada para descriptografá-los localmente em seu dispositivo. A criptografia de 256 bits tem um comprimento de chave de criptografia de 2265. Há  $1.2 \times 10^{77}$  possíveis combinações necessárias para decifrar uma única chave de criptografia. Isso significa cerca de 115 possibilidades (115 multiplicado por 1075).

Toda a complexidade, estabilidade e codificação deste algoritmo é abstraída para o framework e a simplicidade de criptografar e descriptografar um conteúdo se resume a linha de comando. Sabendo dessa facilidade a decisão da criptografia é defendida por atribuir uma segurança adicional ao processo sem gerar dificuldade alguma para a programação.

Ao fazer a leitura do código QR, o conteúdo é enviado, através de uma requisição em AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*), para uma rota específica do sistema responsável por fazer as validações necessárias e persistir no banco de dados a presença do discente na turma.

A primeira etapa de validação está relacionada com a autenticidade e validade do código QR. A tecnologia de criptografia utilizada garante que apenas códigos gerados pelo sistema e que não venham ser manipulados consigam ser descriptografados com sucesso.

Feita essa descriptografia é resgatado os valores do id da turma e da data de expiração do código QR. A data de expiração então é comparada com a data atual do sistema, concluindo por fim que o usuário leu um código QR completamente válido.

Passada a primeira etapa de validação é buscado as informações da turma respectiva ao id armazenado no código QR. Nessa segunda etapa é validado se a turma realmente existe no banco de dados do sistema e se, com base na hora atual do sistema e no horário da turma (constituído de dia da semana e um período de horário) é possível continuar com o processo.

Detectado que a turma está com uma aula ativa é realizada a terceira etapa de validação, responsável pela segurança do nosso método de chamada, que busca garantir que um discente não possa marcar presença para alguma outra pessoa. Com base nas informações disponíveis na requisição é possível obter o endereço *IP* e endereço *MAC* do usuário.

Com essas duas informações garantimos que na tabela de presenças (*attendances* - constituída pelas colunas *id*, *user\_id*, *course\_id*, *ip\_address*, *mac\_address*, *created\_at*) dentro do período da aula daquela turma não exista diferentes *user\_id* para um mesmo *ip\_address* e *mac\_address* (em outras palavras o *ip\_address* e *mac\_address* é vinculado a apenas um usuário dentro do escopo daquela turma e em um período de horário).

Se essa regra for obedecida é concluída a presença do discente na aula. É importante citar que todos os erros citados foram mapeados e são alertados (de forma clara) ao usuário após a leitura do código QR. Dessa forma o usuário recebe o feedback tanto do sucesso como da falha em realizar a sua presença na aula.

No caso em que um docente registre manualmente a presença de um discente as validações citadas acima não executadas e as colunas *ip\_address* e *mac\_address* ficarão sem valor no banco de dados (o que serve para diferenciar as presenças registradas

através da leitura do código QR e as inseridas manualmente por algum docente).

#### D. Compartilhamento do QR Code

Na tela de detalhes da turma o docente tem o primeiro acesso ao código QR. Contudo acreditando que as outras informações contidas nessa tela não devem ser compartilhadas imediatamente com os discentes foi criado uma página - que pode ser acessada clicando no botão “abrir qr-code” - em que o código fica em destaque em uma tela em branco, incitando o docente a compartilhar através de uma transmissão via projetor ou até mesmo utilizando seu aparelho celular o código QR para os discentes.

Engenharia de Computação  
**Compiladores 1 – 35N23**  
 29 Apr, 18:50 às 20:30



Fig. 13. Compartilhamento QR Code.

#### E. Área do discente

A visão dos discentes foi pensada para ser a mais simples e direta possível porque estamos falando do grupo de usuários do sistema que utilizará a plataforma apenas por dispositivos móveis. De forma similar a visão dos docentes, essa tela fornece ao discente quais são suas próximas, última e, se houver, aula em andamento.

Logo abaixo é encontrada a tabela de turmas matriculadas do discente. A relação entre presenças e faltas é exibido logo na tabela, mas ao acessar as informações detalhadas (clicando na linha desejada) é aberta uma janela exibindo ao discente quais (e quando) foram suas presenças registradas na turma.

O botão principal de toda a aplicação se encontra nessa tela. Ao clicar em “ler qr-code” uma janela é aberta para iniciar o processo de registro de presença. Primeiramente é checado se o dispositivo do usuário possui câmera e se ele permite acesso da aplicação a essa câmera.

Caso um desses requisitos não sejam respeitados um alerta de erro é exibido ao usuário. Caso contrário, basta o usuário (discente) apontar a câmera para o código QR disponibilizado pelo docente.



Fig. 14. Leitura do QR Code.

Caso um código QR seja identificado pela câmera, seu conteúdo é lido e enviado para a rota da aplicação responsável pela validação do código e persistência da presença. Todas as validações e o processo como todo foram detalhados anteriormente.

## VII. TESTES E RESULTADOS

Teste de *software* é o processo de execução de um produto para determinar se ele atingiu suas especificações e funcionou corretamente no ambiente para o qual foi projetado. [48] Além disso, segundo [49], um teste bem executado é aquele que eleva a probabilidade de revelar um erro ainda não descoberto.

A partir disso, inicia-se um processo chamado de depuração, no qual a causa do erro é detectada e diante dessa, projeta-se e implementa as modificações necessárias para a correção do erro.

Com isso, o objetivo primordial dessa fase, em conjunto com o desenvolvimento, é a entrega de um *software* de qualidade. Além disso, um produto com menor custo, tendo em vista a redução de retrabalho, a confiabilidade, a segurança, incompatibilidades, entre outras fatores determinantes de um *software*.

Sendo assim, com intuito de avaliar o produto desenvolvido, foram propostos casos de testes a cada modulo desenvolvido do sistema, a fim de extinguir os erros presentes.

### A. Teste Unitários

Teste de unidade procura provocar falhas lógicas e de implementação em cada módulo do projeto, sendo o alvo os métodos desenvolvidos e/ou pequenos trechos de código [48].

Este é realizado durante o processo de desenvolvimento do *software*, visto que testa cada unidade do sistema e assim garante que a aplicação continue funcionando diante de alterações na base do código.

Diante disso, foram encontrados os principais erros encontrados foram:

1. Durante a exportação do arquivo CSV foi observado que as acentuações e caracteres como “ç” eram convertidos para o caractere “?” porque estávamos usando um mapa de caracteres incorreto para a codificação;
2. Houve a necessidade de validar nomes de discentes, matrícula e nomes de turma para bloquear valores inválidos (como texto contendo apenas número, que comecem com espaço ou contenham caracteres inválidos). Esses valores inválidos dificultavam a ordenação nas tabelas e nas consultas no banco de dados;
3. Acessar URLs não mapeadas ocasiona o erro 404 (*not found*);
4. Alguns estilos aplicados no CSS do sistema não são suportados por versões antigas de navegadores (principalmente *internet explorer*), ocasionando uma discrepância de usabilidade dependendo do navegador utilizado.

### B. Teste de Integração

O objetivo do teste de integração é identificar falhas presentes durante a associação de módulos, ou seja, quando ocorre a integração de processos. [48] Nota-se que nessa parte a estrutura do sistema vai sendo construída.

Durante a associação dos módulos foram identificados problemas, os quais podem ser observados na TABELA V, juntamente com a solução proposta.

TABELA V - PROBLEMAS IDENTIFICADOS NA INTEGRAÇÃO DOS MÓDULOS.

Descrição	Solução	Status
Erro de autenticação (login)	Exibir mensagem (alerta) de credenciais inválidas para o usuário	Corrigido
Realizar cadastro com alguma informação que já está sendo utilizada por outro usuário	Exibir mensagem (alerta) informando para o usuário que determinado valor não está disponível	Corrigido
Realizar cadastro passando alguma informação que esteja mal formatada ou com caracteres inválidos	Exibir mensagem (alerta) informando para o usuário que é necessário alterar a informação para um valor válido	Corrigido
Tentando exibir informações das aulas (última, próxima e em andamento) sem ter nenhuma turma cadastrada (docente) ou matriculada (discente)	Modificar o código de resposta no servidor para que quando não houver turmas retornar uma resposta padrão	Corrigido
Cadastrar uma turma com caracteres inválidos	Exibir mensagem (alerta) para o usuário informando que para	Corrigido

Remover uma turma que possua discentes matriculadas e/ou presenças lançadas	prosseguir é necessário alterar as informações para um valor válido Antes de prosseguir com a remoção exibir um alerta para o docente confirmar a ação e caso prossiga, junto com a turma também remover os registros relacionados (discentes matriculados e presenças registradas) Fazer uma validação do conteúdo e se identificado que é inválido retornar uma mensagem de erro ao usuário (como qualquer outra do processo de validação do código QR)	Corrigido
Ler um código QR que não tenha sido gerado pela aplicação	Retornar uma mensagem para o usuário (docente) alertando que o discente “não existe”	Corrigido

### C. Teste de Sistema

Teste de sistema busca determinar falhas por meio da utilização do sistema final, como se fosse um usuário final. Desta forma, é garantido a identificação de *bugs* (ou ação inconsistente), erros e não-conformidades. Para esse caso, deve-se testar o projeto em seu ambiente de uso, contudo, devido a pandemia causado pelo *SARS-CoV-2*, este sistema não foi testado em ambiente presencial.

Além disso, a fim de garantir o pleno funcionamento do sistema após a inserção de um novo módulo após o teste de sistema, é realizado o teste de regressão, o qual verifica novamente se todos os segmentos funcionam conforme planejado.

### D. Considerações finais

Diante dos testes realizados, foi comprovado a eficiência da aplicação, visto que os erros encontrados foram corrigidos. Desta forma, o sistema web para gerenciamento de presença utilizando *QR Code* tem plena condição de substituir a atual metodologia de presença.

## VIII. CONCLUSÕES

No estudo foi proposto e desenvolvido um sistema web para gerenciamento de presença utilizando *Quick Response Code*, ou seja, utilizando do conceito de IoT para verificar a assiduidade dos discentes. O sistema implementado oferece benefícios em relação ao sistema tradicional. No método tradicional, o sistema de assiduidade é contrário ao uso eficiente do tempo disponível para aprendizagem.

O sistema proposto auxilia os docentes a alocarem mais tempo para a aprendizagem dos discentes, visto que gera uma economia de tempo gasto no processo tradicional de presença.

Além disso, tendo em vista que esse sistema conta com uma tecnologia com alta acessibilidade e baixo custo, associada a atual situação financeira das universidades, o uso da tecnologia de *QR Code*, comparado com RFID, reconhecimento facial, impressão biométrica, BLE e outros, torna a aplicação deste sistema mais fácil e viável economicamente.

Levando em consideração tais pontos, o uso deste sistema permite que a universidade melhore o sistema de gestão

acadêmica, o que pode eliminar os problemas de fraude no registro de presença dos discentes.

Esta pesquisa desenvolveu com sucesso um protótipo de um sistema *web* para gerenciamento de presença que impacta positivamente na gestão de assiduidade. Entretanto, este estudo não analisou a experiência de uso, devido a interrupção das aulas presencias, ocasionada pela pandemia do COVID-19. Desta forma, pesquisas futuras nesta área são necessárias para garantir um aperfeiçoamento do sistema.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] O. A. Girão Neta, R. Mota Feitosa Vasconcelos e G. M. Melo Soares Arruda, "INFLUÊNCIA DA ASSIDUIDADE NA MONITORIA ACADÊMICA PARA O DESEMPENHO DOS ALUNOS NA DISCIPLINA DE MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO-MTA," *Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)*, 2016.
- [2] A. Pereira Silva, *Eficiência dos gastos nas Universidades Federais Brasileiras: uma proposta para a Universidade Federal de Goiás, Goiânia*, 2018.
- [3] S. J. Dickerson, "A comprehensive approach to educating students about the internet-of-things," *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1-7, 2017.
- [4] S. Bhattacharya, G. Sandeep Nainala, P. Das e A. Routray, "Smart Attendance Monitoring System (SAMS): A Face Recognition Based Attendance System for Classroom Environment," *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pp. 358-360, 7 2018.
- [5] W. Kuang e A. Baul, "A Real-Time Attendance System Using Deep Learning Face Recognition," *ASEE Virtual Annual Conference Content Access, Virtual On line*, 6 2020.
- [6] P. A. Viola e M. Jeffrey Jones, "Robust Real-Time Face Detection," *International Journal of Computer Vision*, pp. 137-154, 5 2004.
- [7] L. Costa, C. Menezes, A. Santos, M. Araújo e G. Campos, "A comparative study involving classifiers and dimensionality reduction techniques applied to facial recognition," *ENCONTRO NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMPUTACIONAL (ENIAC)*, nº 16, pp. 832-843, 2019.
- [8] J. Liu, J. Sun e S. Wang, "Pattern Recognition: An overview," *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 6, nº 6, pp. 57-61, 2006.
- [9] E. F. Castejon, L. M. Fonseca e J. S. Arcanjo, "Melhoria da geometria e posicionamento de imagens orbitais de média resolução Um experimento com dados CBERS-CCD," *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, 2013.
- [10] F. A. Rodrigues, *Localização e Reconhecimento de Placas de Sinalização Utilizando um Mecanismo de Atenção Visual e Redes Neurais Artificiais*, Campina Grande, Paraíba, 202.
- [11] H. El Mrabet e A. Ait Moussa, "IoT-School Attendance System Using RFID Technology," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, vol. 14, nº 14, pp. 95-108, 2020.
- [12] R. Lodha, S. Gupta, H. Jain e H. Narula, "Bluetooth Smart Based Attendance Management System," *Procedia Computer Science*, vol. 45, pp. 524-527, 2015.
- [13] S. M. Darroudi e C. Gomez, "Bluetooth Low Energy Mesh Networks: A Survey," *Sensors*, nº 7, 2017.
- [14] F. Sattler, J. Ma, P. Wagner, David Neumann, M. Wenzel, R. Schäfer, W. Samek, K.-R. Müller e T. Wiegand, "Risk estimation of SARS-CoV-2 transmission from bluetooth low energy measurements," *npj Digital Medicine*, 2020.
- [15] M. Terán, J. Aranda, H. Carrillo, D. Mendez e C. Parra, "IoT-based system for indoor location using bluetooth low energy," *2017 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, pp. 1-6, 2017.
- [16] S. Redetzke, A. Vanner e R. Otieno, *Smart Room Attendance Monitoring and Location Tracking with iBeacon Technology*.
- [17] N. Newman, "Apple iBeacon technology briefing," *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice*, vol. 15, nº 3, pp. 222-225, 2014.
- [18] B. Zorić, M. Dudjak, D. Bajer e G. Martinović, "Design and development of a smart attendance management system with Bluetooth low energy beacons," *2019 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC)*, pp. 86-91, 2019.
- [19] V. Bhalla, T. Singla, A. Gahlot e V. Gupta, "Bluetooth Based Attendance Management System," *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJET)*, vol. 3, nº 1, pp. 227-233, 9 2013.
- [20] A. Rahmatulloh, R. Gunawan e I. Darmawan, "Web Services to Overcome Interoperability in Fingerprint-based Attendance Systems," *International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (IcoIESE 2018)*, vol. 2, pp. 277-282, 2018.
- [21] J. Sangeetha, S. Sivaranjani e J. Shalini, "Fingerprint- Based Attendance Management System," *International Journal of Engineering Development and Research*, 2015.
- [22] O. Olayemi Mikail, J. Gana Kolo, A. Ahmed e C. Durugo, "A Multifactor Student Attendance Management System Using Fingerprint Biometrics and RFID Techniques," *International Conference on Information and Communication Technology and Its Applications (ICTA 2016)*, pp. 69-74, 11 2016.
- [23] A. Bansal, S. Kumar, A. Pandey e K. Kishor, "Attendance Management System through Fingerprint," *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 6, nº 9, pp. 2140-2148, 4 2018.
- [24] P. Fonseca e K. Sandrasegaran, "Indoor localization for IoT applications using fingerprinting," *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, pp. 736-741, 2018.
- [25] C. Ning, R. Li e K. Li, "Outdoor Location Estimation Using Received Signal Strength-Based Fingerprinting," *Wireless Personal Communications*, pp. 365-384, 7 2016.
- [26] M. Lixiu, P. Jinfeng, C. Lijun e S. Jin, "The Design of Wireless Students Management System based on Fingerprint Sensor," *IEEE International Conference on E-Business and E-Government (ICEE)*, vol. 3, nº 3, pp. 7-9, 5 2010.
- [27] J. Chandramohan, R. Nagarajan, M. Ashok Kumar, T. Dineshkumar, G. Kannan e R. Prakash, "Attendance Monitoring System of Students Based on Biometric and GPS Tracking System," *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, vol. 3, nº 3, pp. 241-246, 3 2017.
- [28] M. Kamaraju e P. A. Kumar, "Wireless fingerprint attendance management system," *2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, pp. 1-6, 2015.
- [29] A. N. Ansari, A. Navada, S. Agarwal, S. Patil e B. A. Sonkamble, "Automation of attendance system using RFID, biometrics, GSM Modem with .Net framework," *2011 International Conference on Multimedia Technology*, pp. 2976-2979, 2011.
- [30] A. Jalundhwala, P. Jhaveri, S. Khudanpur e A. Deshmukh, "Wireless Fingerprint Attendance Marking System," *International Journal of Computer Applications*, vol. 104, nº 8, 2014.
- [31] T. Chequer Coelho, *Sistema para geração dinâmica do diário de classe da UFF com aquisição de presença via RFID*, Niterói, RJ, 2019.
- [32] L. Kumar, M. Hasan Khan e M. Sarosh Umar, "Smart parking system using RFID and GSM technology," *2017 International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies (IMPACT)*, pp. 180-184, 2017.
- [33] D. Hahnel, W. Burgard, D. Fox, K. Fishkin e M. Philipose, "Mapping and localization with RFID technology," *IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004*, pp. 1015-1020, 2004.
- [34] M. Baudin e A. Rao, "RFID applications in manufacturing," 25 4 2005.
- [35] Y. Rouchdi, A. Haibi, K. El Yassini, M. Boulmalf e K. Oufaska, "RFID Application to Airport Luggage Tracking as a Green Logistics

Approach,” *2018 IEEE 5th International Congress on Information Science and Technology (CiSt)*, pp. 642-649, 2018.

- [36] SYSCONTROL, “RFID: Entenda o que é como funciona,” SYSCONTROL, [Online]. Available: <https://syscontrol.com.br/rfid-entenda-o-que-e-como-funciona/>. [Acesso em 20 4 2021].
- [37] S. N. Shah e A. Abuzneid, “IoT Based Smart Attendance System (SAS) Using RFID,” *2019 IEEE Long Island Systems, Applications and Technology Conference (LISAT)*, pp. 1-6, 2019.
- [38] M. A. Ayu e B. I. Ahmad, “TouchIn: An NFC Supported Attendance System in a University Environment,” *International Journal of Information and Education Technology*, pp. 448-453, 2014.
- [39] M. A. H. bin Mohd Nasir, M. H. bin Asmuni, N. Salleh e S. Misra, “A Review of Student Attendance System Using Near-Field Communication (NFC) Technology,” *International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA) 2015*, pp. 738-749, 15 6 2015.
- [40] S. Tiwari, “An Introduction To QR Code Technology,” *2016 International Conference on Information Technology*, pp. 39-44, 2016.
- [41] S. L. Fong, D. W. Y. Chin, R. A. Abbas, A. Jamal e F. Y. H. Ahmed, “Smart City Bus Application With QR Code: A Review,” *2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (ICACIS)*, pp. 34-39, 2019.
- [42] B. A. Talip e M. Z. Zulkifli, “MOBILE ATTENDANCE SYSTEM USING QR CODES TECHNOLOGY,” *Journal of Computing Technologies and Creative Content*, vol. 3, nº 1, pp. 1-3, 7 2018.
- [43] A. Manori, N. Devnath, N. Pasi e V. Kumar, “QR Code Based Smart Attendance System,” *Int. J. Smart Bus. Technol.*, vol. 5, nº 1, pp. 1-10, 7 2017.
- [44] Simple Software, “Simple QrCode,” Simple Software, [Online]. Available: <https://www.simplesoftware.io/#/docs/simple-qr-code/pt-br>. [Acesso em 14 03 2021].
- [45] CyberGhost, “Proteja-se com a criptografia de nível militar de 256 bits,” CyberGhost, [Online]. Available: [https://www.cyberghostvpn.com/pt\\_BR/vpn-encryption](https://www.cyberghostvpn.com/pt_BR/vpn-encryption). [Acesso em 10 05 2021].
- [46] php, “Introduction,” php, [Online]. Available: <https://www.php.net/manual/en/intro.session.php>. [Acesso em 03 05 2021].
- [47] Data Security Technologies, “Secure your data with AES-256 encryption,” ATP, 26 06 2019. [Online]. Available: <https://www.atpinc.com/blog/what-is-aes-256-encryption>. [Acesso em 03 05 2021].
- [48] A. Claudio Dias Neto, “Introdução a Teste de Software,” *Engenharia de Software Magazine*, nº 1, pp. 54-59, 2015.
- [49] R. Soares, R. Epifânio, V. R. e W. , “Testes de Software - Parte 01,” DevMedia, [Online]. Available: <https://www.devmedia.com.br/testes-de-software-parte-01/9409>. [Acesso em 10 05 2021].



**Marcelo S. de Castro** graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1992), com mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1995) e doutorado em Engenharia Elétrica pela UnB (2010). Docente Associado da Universidade Federal de Goiás, tendo ingressado em 1996. Possui experiência na área de engenharia de redes, computação paralela e distribuída, comunicações óticas e tecnologias alternativas de última milha (BPL, ZigBee, Wi-Fi). Desenvolve pesquisas em temas que incluem redes de comunicação (5G, Gigabit Wi-Fi), *Smart Grids*, *Smart Cities*, *Smart Campus*, tecnologia da informação e comunicação e gestão aplicadas a projetos de redes de telecomunicações,

projetos de automação usando Plataforma Arduino e educação em engenharia.



**João Victor Dezydério Vilela** é graduando em Engenharia de Computação na Universidade Federal de Goiás. Foi membro do Centro Acadêmico de Engenharia de Computação nos anos de 2019, é membro do Núcleo de Robótica Pequeni Mecânico desde o ano de 2018 e co-fundador do Ramo Estudantil IEEE UFG.

Atualmente é analista de desenvolvimento na Volga Engenharia em Aparecida de Goiânia. Tendo experiência com gerenciamento e desenvolvimento de projetos de painéis elétricos de baixa e média tensão.



**Victor Hugo Noletto Camargo** é graduando em Engenharia de Computação na Universidade Federal de Goiás. Atualmente é analista de desenvolvimento na Sysout Soluções Inteligentes em Goiânia. Tendo experiência o desenvolvimento de soluções tecnológicas que buscam melhorar e otimizar processos.