



DOI: 10.31416/rsdv.v9i3.235

Sistema para automação de frequência em sala de aula com reconhecimento biométrico

Biometric-Based Attendance Tracking System for Classroom

FONTES, Vitor Pereira. Técnico em Informática

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - Pernambuco - Brasil. CEP: CEP: 56000-000 / Telefone: (87) 98119-2921/ E-mail: vitor.fontes002@gmail.com

ALMEIDA Jr., Pedro Lemos. Doutor em Química. Professor do IFSertaoPE

Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Salgueiro. BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural - Salgueiro - Pernambuco - Brasil. CEP: CEP: 56000-000 / Telefone: (87) 98119-2921/ E-mail: vitor.fontes002@gmail.com

RESUMO

O presente artigo descreve o processo de desenvolvimento de um sistema eletrônico para auxiliar na contabilização da frequência de alunos da turma do 4º Ano do Médio Integrado de Informática do IF Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, por meio de reconhecimento biométrico. O sistema foi construído utilizando hardware e software livre, utilizando uma placa do tipo Arduino, responsável por identificar os usuários e informar ao servidor, feito em JavaScript utilizando o Node.js, o registro da sua presença. Além disso, o sistema conta com uma interface para alunos e professores, feita em JavaScript utilizando o ReactJS, possibilitando o acesso às informações da frequência total. Os resultados de sua construção foram promissores e indicam possibilidade de utilização em ambientes escolares.

Palavras-chave: Automação, biometria, frequência, Arduino.

ABSTRACT

This paper has described the process of developing an electronic system employing biometric recognition, for assisting the attendance accounting of students in the 4th year of Integrated High School of Informatics at IF Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro. The system was built using open hardware and software, throughout the Arduino board, for identifying users and communication with the server as well made in JavaScript using Node.js, to inform the presence registration. Furthermore, the system has an interface for students and teachers in order to allow the register of the total frequency. The results of this system were valuable and indicate the possibility of use in school environments.

Keywords: Automation, biometrics, frequency, Arduino.



Introdução

Processos de realização de registro de presença no ambiente escolar são recorrentes e fundamentais para o acompanhamento de alunos e professores dentro de uma instituição de ensino. No entanto, em alguns casos, trata-se de um processo demorado, devido à necessidade de confirmação da presença de todos os alunos no início da aula por parte do professor, tempo esse, que poderia ser melhor aproveitado seja pelos alunos para realização de atividades ou para perguntar sobre os assuntos abordados em aula, como pelos professores, que teriam mais tempo útil de aula. Atualmente esse processo é realizado de forma online, por meio de sistemas de gestão escolar, eliminando a necessidade de recorrer a métodos antigos, como listas escritas à mão, garantindo uma maior segurança, já que é responsabilidade do professor preencher no sistema os dados necessários para o registro da aula e da frequência dos alunos. Todavia, uma vez que a conexão com a rede está indisponível, ou o sistema encontra-se fora do ar, faz-se uso das listas escritas, possibilitando assim, o surgimento de ocorrências que podem comprometer a integridade e veracidade destes dados, por exemplo: adulteração da lista pelos alunos ou terceiros, o professor retirar-se da sala antes do término da aula e receber uma lista adulterada; e até mesmo, há a possibilidade de perda desse documento.

Com o desenvolvimento tecnológico, é cada vez mais comum encontrarmos no mercado soluções capazes de realizar e automatizar diversas tarefas e atividades corriqueiras. Por muito tempo, o setor industrial liderou o mercado de automação, com robôs controlados remotamente que aumentam a produção das fábricas de automóveis, eletrônicos, medicamentos e outras áreas (CERQUEIRA, 2010). Atualmente, o cenário industrial não é o único com acesso à tecnologias capazes de automatizar tarefas. A automação residencial, por exemplo, é uma área que ganhou destaque nos últimos anos, ao possibilitar aos usuários criar e gerenciar a execução de atividades cotidianas no ambiente doméstico, como controlar lâmpadas, tomadas, portas e aparelhos eletrônicos, de forma online e remota.

Há muitas décadas, a realização da frequência de alunos e professores tem sido feita de forma manual, através de listas ou utilizando sistemas de gestão escolar. Nesses sistemas, apesar das vantagens oferecidas, o processo continua sendo manual, mudando apenas do meio físico para o digital, o que em grande parte dos casos, compromete o horário das aulas devido ao tempo demandado para a sua realização. Devido à interferências na rede ou falta de conexão com o sistema escolar, é frequente a necessidade de recorrer às listas manuais, apesar da existência dos sistemas de gestão escolar, e em casos extremos, os professores passam mais tempo tentando registrar a aula no sistema do que ministrando-a. Outra grande limitação das listas de frequência é a possibilidade de adulteração da mesma, de modo que um aluno que não está presente tenha seu nome assinado por um colega, gerando registros indevidos que podem vir a ocasionar problemas para o professor e para a instituição. A automação do processo de registro de frequência surge como uma possibilidade para minimizar a ocorrência de tais problemas e reduzir o tempo gasto durante o preenchimento manual de frequências, não comprometendo o tempo de estudo e realização de atividades em sala de aula.



A automação também se apresenta como uma alternativa para inibir a adulteração desses documentos por meio de terceiros ao utilizar a biometria. De acordo com José Alberto Canedo (2011), biometria é a análise de características fisiológicas e comportamentais de cada indivíduo, que possui a finalidade de identificá-lo. Com o avanço das gerações tecnológicas, diversos sistemas e dispositivos eletrônicos aderiram ao uso da biometria para identificação de seus usuários. Alguns exemplos de aplicação prática da biometria são encontrados em sistemas bancários e nos modelos mais atuais de smartphones. O método mais comum de identificação biométrica é por meio do reconhecimento de digitais, todavia, a biometria também abarca tecnologias como reconhecimento de voz, facial e pela íris (CANEDO, 2011).

Embora existam soluções comerciais que objetivam automatizar a realização da frequência, elas possuem um preço elevado, por isso, encontram-se presentes em poucos ambientes escolares, como na escola municipal Roberto Mário Santini, em Praia Grande - SP, que aderiu o uso de um controle de acesso biométrico para a realização de frequência dos estudantes durante o período de entrada. Apesar das vantagens associadas ao uso desse sistema, o equipamento possui custo elevado, por exemplo, segundo o coordenador de inclusão digital da prefeitura, cada equipamento custou em torno de R\$2.000,00 (MANO, 2011).

A literatura descreve o uso da biometria associada a sistemas de automação de salas de aula. Fazendo uso de soluções privadas, podemos citar Soeiro et al. (2014) que utiliza leitores biométricos para cadastro biométrico de professores, e Oliveira (2011) com o desenvolvimento de um sistema web em conjunto com a utilização de um leitor biométrico, Microsoft Fingerprint Reader, capaz de reconhecer indivíduos através da comparação de digitais. Tratando-se da utilização de software e hardware livres, Movio (2015) apresentou um sistema capaz de cadastrar impressões digitais e a partir destes registros, realizar o armazenamento dos dados. Todavia, o sistema apresenta apenas as funções de cadastrar alunos, matérias e professores, de modo que dados relacionados à quantidade de frequência de alunos e professores não são apresentados, além disso, o sensor biométrico utilizado possui capacidade para apenas 20 digitais o que limita sua aplicação a poucos usuários. Marques e colaboradores (2017) propõem uma solução baseada em um hardware capaz de reconhecer, cadastrar e apagar digitais, porém sem qualquer tipo de comunicação com um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) ou sistema para visualização dos dados coletados.

Um ponto em comum nos dois sistemas mencionados, que fazem uso de software e hardware livres, é o uso de placas de prototipagem Arduino. Desenvolvida por Massimo Banzi e David Cuartielles em 2005, criada com o objetivo de facilitar estudos na área da eletrônica, de forma a eliminar a necessidade de construção de uma placa de circuito impresso a cada teste ou desenvolvimento de circuito (ELETRONICS, 2016). Além da placa de circuito impresso, a plataforma Arduino integra também uma linguagem própria, baseada em C++, utilizada para a programação dentro de um ambiente de desenvolvimento integrado, conhecido como IDE (do inglês Integrated Development Environment) que permite a escrita do código a ser compilado para a placa, além do acompanhamento em tempo real da execução do programa através da comunicação serial.

Com o passar dos anos, novos componentes externos foram desenvolvidos, podendo ser acoplados à placa Arduino e possibilitar um controle maior de dispositivos como motores,



controladores, atuadores, sensores, placas que possibilitam comunicação via Bluetooth®, wi-fi, RFID, dentre outros. Estes componentes são denominados como shields, módulos e sensores, e oferecem ao Arduino funcionalidades específicas que a própria placa não é capaz de realizar. Para suportar a diversidade de módulos e sensores existentes no mercado, a empresa Arduino, assim como os fabricantes dos componentes e a comunidade de usuários, desenvolvem bibliotecas de software para controlá-los. Grande parte delas estão disponíveis para download na própria IDE do Arduino, acompanhadas de exemplos de uso.

Visando a automação de frequências de alunos e professores, assim como a minimização de erros e o tempo demandado para sua realização, o projeto em questão buscou desenvolver um sistema eletrônico para uso em sala de aula, capaz de registrar, por meio da biometria, a presença de alunos e professores, com comunicação remota com um banco de dados. Em adição, o sistema também é capaz de receber dados dos usuários e pode ser utilizado por professores para registrar aulas extras, que não estão previstas no horário escolar de determinada turma. Para tanto, foi utilizada uma placa Arduino, em conjunto com módulos para reconhecimento de digitais, obtenção de informações de data e hora e conexão com a Internet. Para a interface do usuário, foram utilizados um display LCD (Display de Cristal Líquido, do inglês Liquid Crystal Display) e um teclado numérico. O sistema faz uso de um buzzer como ferramenta de alerta sonoro para indicar, por exemplo, o encerramento do horário de aula, e um LED (Diodo Emissor de Luz, do inglês Light Emitting Diode) tricolor para alertas visuais empregado para indicar o encerramento da aula, possibilitando a comunicação com usuários que possuem deficiência auditiva ou visual, e informando erros durante a leitura das digitais ou em outros processos. Todos os dados de registro de digitais serão enviados para um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) para que haja uma centralização e controle dos dados coletados. Em caso de perda de conexão, os registros das digitais serão armazenados em um cartão micro SD, de modo que o funcionamento do sistema independe da conexão com a internet.

Material e métodos

1 - Hardware

No desenvolvimento do *hardware* do sistema foram utilizados os componentes apresentados na **Tabela 01**. Para controle do sistema utilizou-se uma placa Arduino Mega, com capacidade para controlar todos os demais componentes de forma a garantir um bom número de conexões, assim como uma boa capacidade de processamento e memória, se comparada a outros modelos da mesma linha.

Tabela 1. Lista dos componentes utilizados na construção do sistema automático de registro de frequência com seus respectivos valores*.

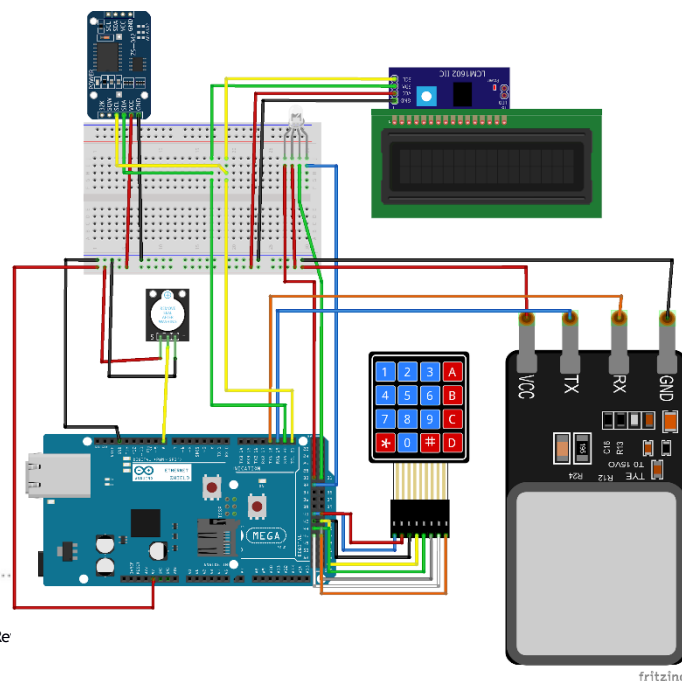
Componente	Quantidade	Valor
Arduino Mega	1	R\$ 79,90

Sensor biométrico DY50	1	R\$ 57,00
Ethernet shield W5100	1	R\$ 39,24
Módulo RTC DS3231	1	R\$ 25,00
Display LCD I2C 16X02	1	R\$ 29,90
Módulo buzzer	1	R\$ 17,45
Teclado matricial 4X4	1	R\$ 11,90
LED RGB	1	R\$ 1,93
Resistor 220 ohms	3	R\$ 0,75
Cartão micro SD 8GB	1	R\$ 39,10
Valor total:		R\$ 302,17

*Os preços informados foram retirados do Mercado Livre, e são referentes à data de 15 de julho de 2020.

Devido a possibilidade de imprevistos com relação à conexão, fez-se necessária a obtenção em tempo real dos valores de data e hora, para tanto foi utilizado um módulo RTC (do inglês, *Real Time Clock*), fabricado pela Maxim Integrated®. Para obtenção das impressões digitais foi utilizado um sensor biométrico DY50 (Adafruit) com capacidade para 162 digitais. Para comunicação com o servidor em nuvem foi utilizada uma *Ethernet Shield W5100* (Wiznet) que possibilita conexão via cabo para tráfego de dados, além da possibilidade de uso de um cartão micro SD para armazenamento de dados. A comunicação com o usuário foi realizada através de um LCD 16X2 (16 linhas e 2 colunas), que permite a visualização de informações, em conjunto com um teclado numérico de membrana que permite a entrada de dados, e um LED tricolor que juntamente com um módulo *buzzer* foram responsáveis pela realização para alertas visuais e sonoros, como demonstrado na **Figura 1**.

Figura 1 - Disposição dos componentes no circuito.





Fonte: arquivo do autor (2021)

2 - Software

2.1 Firmware

O *firmware* do circuito é composto por um conjunto de quatro arquivos, que exercem diferentes funcionalidades. Três deles estão diretamente ligados ao funcionamento do sensor biométrico e estão disponíveis nos exemplos da biblioteca *Adafruit Fingerprint Sensor*, são eles: um programa para o cadastro de digitais no sensor (*enroll*), um para remoção de uma digital específica (*delete*) e outro para a remoção de todas as digitais armazenadas no sensor (*empty Database*). As respectivas traduções destes arquivos foram feitas pelo autor do projeto e encontram-se presentes no repositório do projeto no Github, citado no **Apêndice A**.

O último arquivo foi responsável por coordenar o sistema como um todo, e possui funções que controlam o comportamento de cada um dos componentes do circuito, por exemplo, controlar a cor do LED RGB, armazenar os registros no cartão micro SD, reconhecer as digitais, registrar frequência e aulas extra, sinalizar visualmente e auditivamente o usuário da confirmação do registro, enviar as informações para o servidor e, obter os dados inseridos pelo usuário no teclado.

2.2 Servidor

Para comunicar a placa arduino e o sistema com o banco de dados da aplicação, desenvolvido em PostgreSQL, um servidor Node.js foi criado utilizando a linguagem JavaScript e o *framework* Express. A comunicação com a base de dados foi realizada por meio da biblioteca Sequelize, enviando os dados que foram recebidos do arduino e processados pelo servidor.

O circuito envia as informações para o servidor por meio de parâmetros contidos em uma URL mapeada, por meio de uma requisição do tipo GET, que são resgatados pelo servidor, onde serão processados. De acordo com os IDs informados, por exemplo: turma, curso, modalidade de ensino e digital, juntamente com uma string identificadora da matéria e a quantidade de aulas, o servidor foi capaz de identificar quem registrou presença e em qual matéria ela deve ser computada.

Para acompanhar mensalmente a frequência dos usuários, as tabelas da base de dados que armazenam os registros de frequência dos usuários possuem uma coluna "*month*" (mês), onde são informados os 12 meses do ano, e "anual", que contabiliza a presença total do usuário durante o ano letivo. Dessa forma, cada usuário possui 13 linhas dentro da tabela para que sua frequência seja computada. Para que não haja conflito ao atualizar os registros, o servidor é responsável por informar em qual mês a atualização deve ocorrer, desta forma, evita-se que a frequência de um mês seja contabilizada em outro. Em adição, cada vez que o usuário registra sua presença, além de ser contabilizada no mês em que foi registrada, seu registro anual também é atualizado.

Caso o usuário reconhecido seja um aluno, o servidor identifica qual seu curso e turma, para que a atualização dos registros ocorra na base de dados da turma identificada. Após a identificação da base de dados da turma, é construída uma consulta ao banco de dados para atualizar o registro do usuário identificado, alterando o valor da matéria na qual ele registrou sua frequência com base na quantidade de aulas informada. Caso o usuário seja um professor, o processo ocorrerá de forma diferente, onde o servidor irá identificar o curso, a turma na qual a aula está sendo ministrada, a



matéria que o professor está ministrando e a modalidade de ensino que a turma pertence, assim, o sistema irá procurar na base de dados a tabela da modalidade de ensino, e irá atualizar o registro do professor de acordo com a quantidade de aulas da matéria que ele estava ministrando naquela determinada turma.

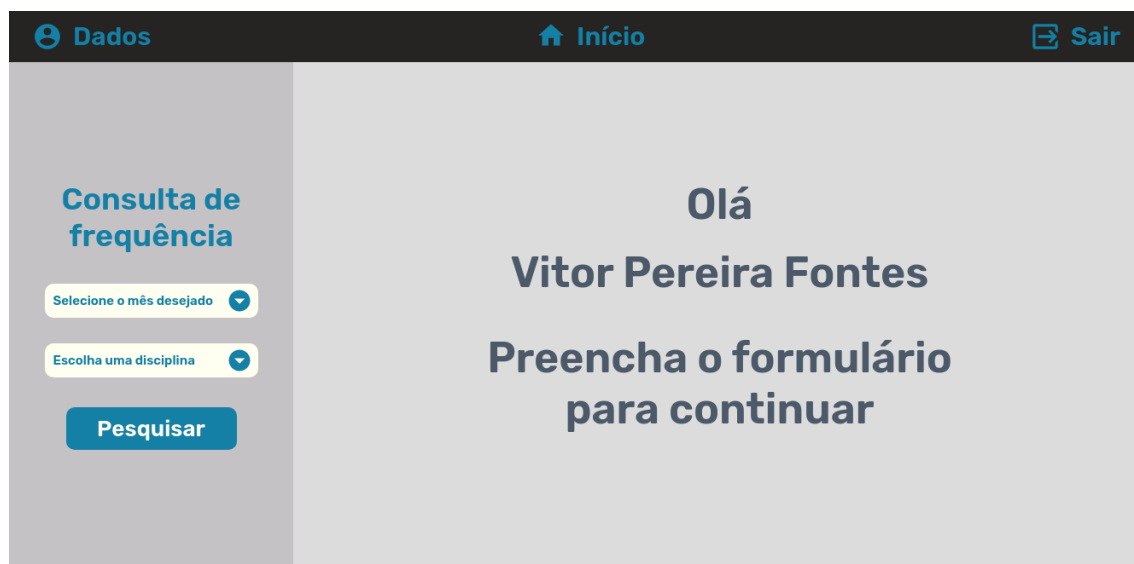
2.3 Sistema WEB

Para visualização dos dados contidos na base de dados da aplicação, um sistema WEB utilizando HTML, CSS, TypeScript e JavaScript foi desenvolvido, que se comunica com o servidor e apresenta aos usuários os dados referentes às suas frequências. Além disso, o sistema é capaz de diferenciar os usuários cadastrados, e possibilita diferentes acessos para alunos e professores.

2.3.1 Aluno

Na página do aluno, o usuário encontrará uma opção personalizável de busca, que retorna os dados de acordo com a seleção das opções de mês e matéria, como ilustrado na **Figura 2**.

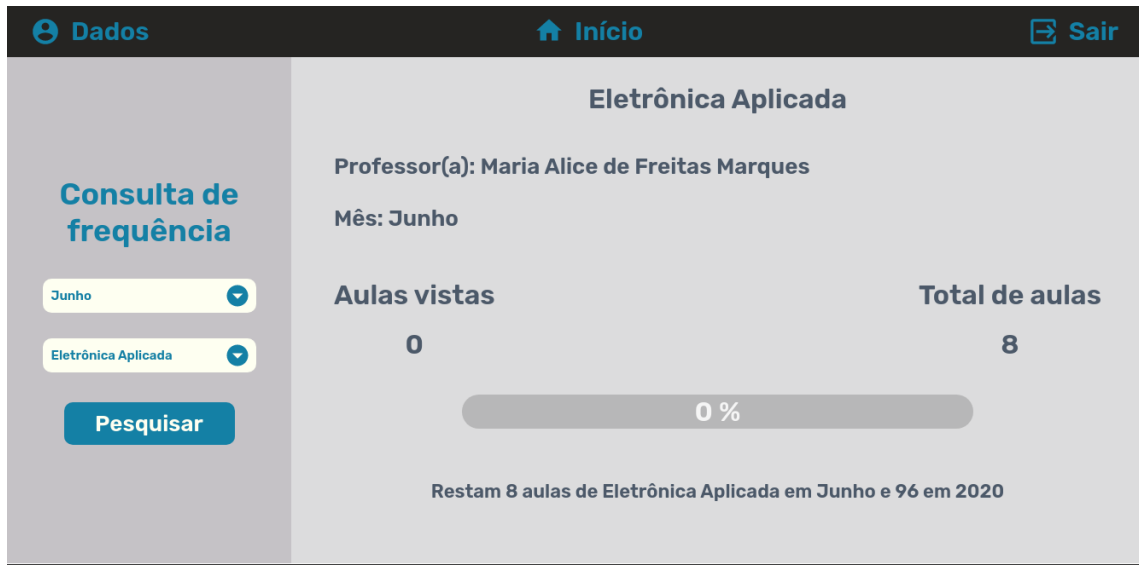
Figura 2 - Tela inicial do aluno.



Fonte: arquivo do autor (2021)

O resultado da busca é apresentado na mesma tela, trazendo informações a respeito da matéria e da frequência do usuário, além de conter uma barra de progresso animada que facilita a visualização do progresso do aluno na disciplina, como apresentado na **Figura 3**.

Figura 3 - Tela de apresentação de dados do aluno.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Os alunos também possuem uma aba de perfil, onde serão exibidas as suas informações e a porcentagem de frequência das disciplinas em que está matriculado, como observado na **Figura 4**.

Figura 4 - Perfil do aluno e quadro geral das disciplinas.



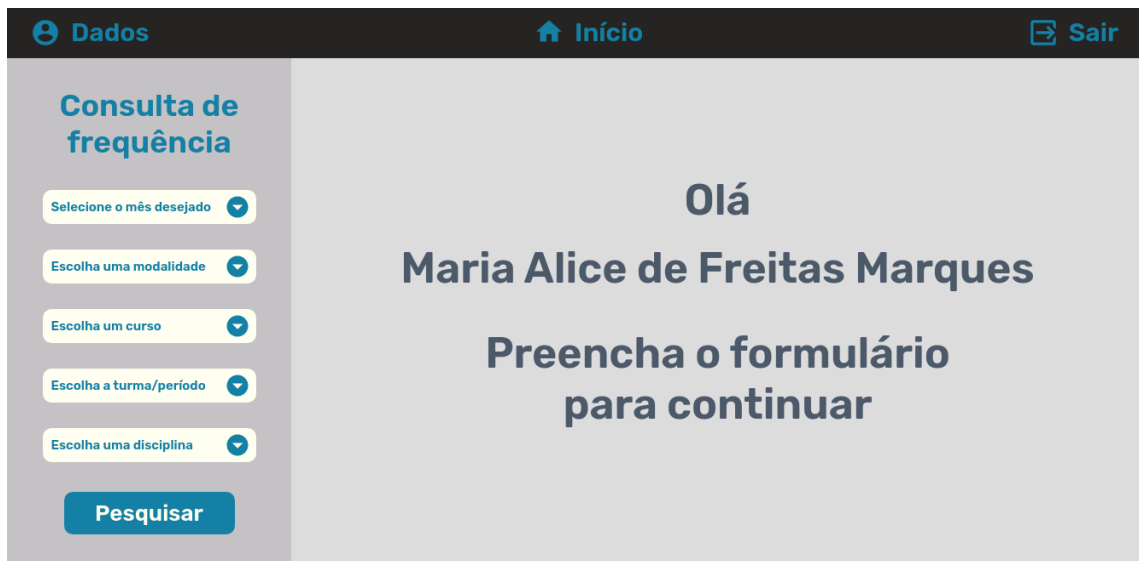
Fonte: arquivo do autor (2021).

2.3.2 Professores

Diferentemente da página do aluno, a página do professor necessita que mais dados sejam informados como mês desejado, modalidade, curso, turma/período e disciplina, para que seja possível buscar os dados de frequência das disciplinas que o usuário ministra, como é possível observar na **Figura 5**.



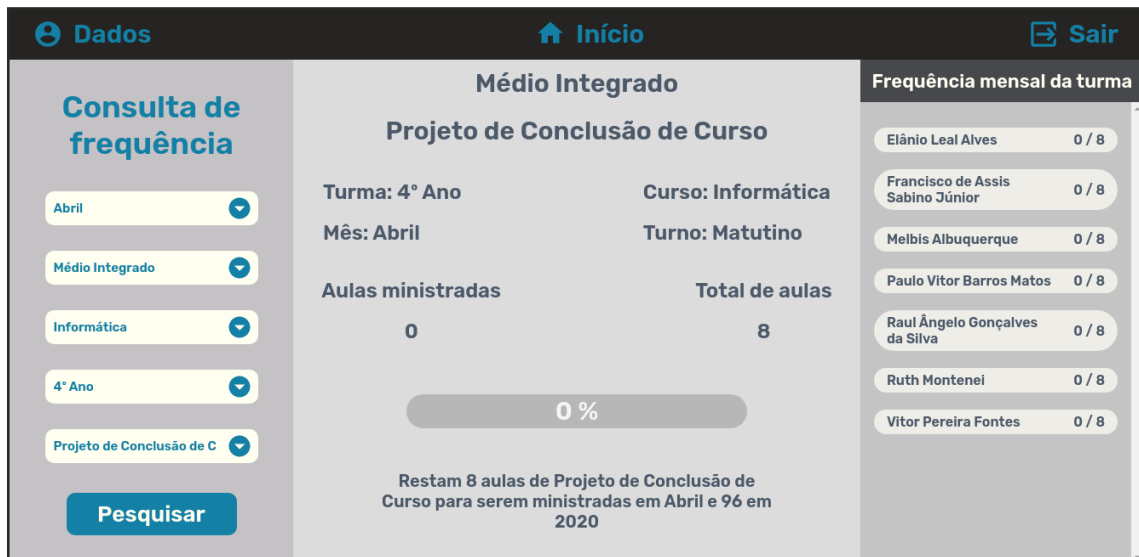
Figura 5 - Tela inicial dos professores



. Fonte: arquivo do autor (2021).

Como resultado da busca, o sistema apresentará na tela as informações sobre a turma selecionada, bem como a quantidade de aulas que já foram ministradas naquela turma, com base na disciplina informada. Além disso, será montada uma lista com o nome e a frequência dos alunos da turma que o usuário informou, sendo possível acompanhar todo progresso dos alunos na disciplina em questão. Na **Figura 6** está ilustrada a tela que apresenta essas informações ao usuário.

Figura 6 - Tela de apresentação de dados dos professores.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Na tela de perfil do professor, encontram-se informações das disciplinas que ele ministra, em quais modalidades de ensino suas turmas estão inseridas, os cursos que suas turmas pertencem e as turmas em que ministra alguma disciplina. Na mesma página é possível que o usuário tenha uma

visão geral, informada em porcentagem, da frequência de aulas ministradas em cada uma das turmas que possuem alguma de suas disciplinas na ementa escolar, como apresentado na **Figura 7**.

Figura 7 - Tela de dados dos professores e quadro geral de disciplinas e turmas.



Fonte: arquivo do autor (2021).

Resultados e discussão

Em paralelo ao desenvolvimento do sistema, foram realizados testes de hardware e software para garantir seu funcionamento. Na parte do hardware, todos os componentes foram testados isoladamente para verificar seu funcionamento e garantir que nenhum estivesse com defeito.

Com relação ao sensor biométrico DY50, foram cadastradas 5 digitais diferentes em sua memória interna, para que pudesse ser testada a sua capacidade de reconhecimento. Ao total foram realizadas 25 tentativas que visavam simular o uso cotidiano do sensor, sem que houvesse quaisquer alterações nos códigos ou limpeza na superfície acrílica do hardware. Embora os resultados sejam positivos, é necessário lembrar que a performance do sensor pode variar diante de determinadas situações. Há a possibilidade de erro no reconhecimento das digitais nos seguintes casos: mal posicionamento do dedo do usuário, superfície do sensor suja, mal contato entre o sensor e o Arduino e incompatibilidade da digital em função da utilização de substâncias nocivas à pele.

Para uma melhor eficiência nos testes relacionados aos softwares do sistema, eles foram divididos em: testes do firmware, testes do servidor e testes do sistema WEB que serão discutidos detalhadamente a seguir.

1 - Firmware

No firmware do circuito, foi testado o funcionamento conjunto dos componentes e se o envio de requisições para o servidor. Durante essa fase, percebeu-se que é necessário um cuidado com a ordem de inicialização dos componentes a partir do software, pois a execução de um componente pode acabar interferindo na inicialização de outro. Por exemplo, para o firmware do



circuito funcionar corretamente, é necessário inicializar o leitor de cartão micro SD da shield W5100 antes de inicializar a porta de ethernet, caso contrário, o Arduino não será capaz de estabelecer uma conexão com a rede. Além disso, percebeu-se que para um melhor uso do módulo RTC os valores de data e hora, que são obtidos por um método `now()`, devem ser atualizados com a chamada do método `now()` em cada escopo (espaço definido por chaves) que estejam sendo utilizados, caso contrário, os valores irão corresponder ao momento em que o método `now()` foi chamado no escopo anterior, e não ao momento atual.

2 - Servidor

No servidor, os testes foram realizados para confirmar a inserção dos dados na base de dados e o processamento das requisições feitas pelo Arduino e pelo sistema WEB. Os resultados dos testes foram promissores, uma vez que o sistema recebeu a requisição do Arduino com os dados utilizados para o registro de frequência, processou os dados corretamente e armazenou a frequência na base de dados baseando-se nas informações recebidas. Quanto às requisições feitas pelo sistema WEB, o servidor foi capaz de processá-las corretamente e retornar os dados requisitados, essa etapa exigiu uma maior dedicação ao estudo da linguagem SQL, já que era necessária a construção de *queries* (consultas ao banco de dados) mais complexas no servidor para retornar os dados requisitados pelo usuário.

3 - Sistema WEB

No sistema WEB foram realizados apenas testes de comunicação com o servidor, já que sua principal função é exibir na tela os dados coletados pelo circuito. Os resultados dos testes foram positivos, uma vez que todas as requisições feitas conseguiram chegar ao servidor e retornar os dados solicitados pelo usuário.

Apesar dos resultados obtidos, a automação disponibilizada pelo sistema desenvolvido apresenta algumas limitações, por exemplo, é necessário informar manualmente no firmware dados essenciais para o funcionamento esperado do circuito, como: IDs de modalidades de ensino, cursos, turmas e identificadores das matérias que serão reconhecidas. Além disso, precisa-se realizar mudanças de código toda vez que houver mudanças significativas na base de dados que estejam relacionadas com os dados citados.

Caso haja falta de conexão com o servidor na hora de realizar a frequência, os parâmetros da requisição que seria enviada são armazenados no cartão micro SD, para que possam ser posteriormente enviados em outra requisição quando estabelecer-se uma conexão entre o circuito e o servidor, como mostra a Figura 8. No entanto, ainda que a conexão esteja estabelecida, por alguma causa desconhecida até o momento as requisições cujos parâmetros foi resgatado do cartão micro SD resultam em um erro durante seu envio, retornando uma resposta “400 - Bad Request” do servidor, impossibilitando cadastrar a frequência dos usuários que registraram suas digitais no período em que não havia conexão com a internet.

**Figura 8 - Dados armazenados no cartão micro SD**

```
logs.txt
8.0 GB Volume /media/vitor/6648-B3FD
1 /register/1/3/1/1/asor/1
2 /register/3/3/1/1/asor/1
3 /register/4/3/1/1/asor/1
```

Fonte: arquivo do autor (2021).

Em relação ao custo de desenvolvimento do projeto, pode-se encontrar no mercado alternativas com o mesmo valor, todavia, a utilização de software e hardware livres possibilitam uma maior liberdade de customização e um maior controle sobre o que está sendo desenvolvido. Por essas razões, uma vez que há a possibilidade de alteração dos códigos de cada componente, adaptando seu comportamento ao ambiente no qual será inserido, o que não é possível em soluções privadas, que se limitam às funcionalidades pré-programadas e sem possibilidade de alteração.

Conclusões

Buscar alternativas de automação que funcionem nos mais variados ambientes, nem sempre é uma tarefa fácil. Este sistema buscou abstrair-se de forma que possa ser facilmente modificado e adaptado para casos específicos de uso, sem que haja a necessidade de total reconstrução do mesmo.

Automatizar a frequência escolar é um dado de extrema relevância para o acompanhamento do processo de educação de alunos dentro do ambiente escolar. Torná-lo mais seguro e menos tolerante a falhas, ajudará a identificar situações nas quais o indivíduo enfrenta problemas para manter constante seus índices de presença, de forma que resolvê-los será uma tarefa mais rápida.

Os resultados obtidos com o desenvolvimento do sistema eletrônico para registro de frequência foram promissores, uma vez que conseguem atingir boa parte dos objetivos propostos. O sistema registra apenas digitais que constam na memória do sensor biométrico, desta forma, sendo possível evitar fraudes durante a realização da frequência já que terceiros não são capazes de manipular os dados, o que ocorre no processo de frequência realizado por meio das listas feitas à mão. Todas as digitais reconhecidas pelo sensor biométrico são enviadas em requisições para o servidor, sendo computadas e alterando os valores de frequência do usuário, caso o circuito não consiga fazer o envio dessas requisições, seus parâmetros serão armazenados no cartão micro SD, e posteriormente serão inseridos em outra requisição. Desta forma, os professores não precisam se preocupar com conexão lenta ou a perda dela, uma vez que os dados armazenados no cartão micro SD podem ser posteriormente enviados para o servidor, ainda que durante o desenvolvimento do projeto essa funcionalidade não tenha apresentado resultados positivos. Como todos os registros são



armazenados, mesmo quando não há conexão de internet, é possível garantir uma maior integridade dos dados, já que só serão perdidos se houver algum incidente físico que possa danificar o circuito, ao contrário das listas escritas à mão, que poderia ser misturada com outros documentos ou perdidas.

Apesar de alcançar os objetivos idealizados, o sistema proposto ainda apresenta limitações para que seja implementado nas escolas. Para superá-las, é necessário que ele seja aprimorado, tornando-o facilmente integrável a um ambiente de gestão escolar, e desta forma, alcançaria um nível de automação maior do que o alcançado na realização do projeto.

Como perspectivas, o sistema poderia ser incrementado com módulos que recebem e enviam sinais de infravermelho, o que possibilitaria o controle de equipamentos como ar-condicionado, projetores e televisores. Em conjunto também poderia ser desenvolvido no servidor da aplicação um sistema de criação de rotinas, para que o professor informe as ações que ele deseja realizar no dia, como ligar o projetor ou até mesmo estabelecer a temperatura do ar-condicionado, desta forma, o sistema passaria a ser responsável tanto pelo registro da frequência escolar, como pelo estado da sala de aula como um todo.

Além disso, seria possível criar, na base de dados, tabelas com os horários das turmas, desse modo, o circuito poderia consultar o servidor e obter um novo horário quando necessário, o que evitaria a alteração dos códigos toda vez que novos horários fossem aprovados, uma vez que, atualmente, o circuito utiliza um horário estático. Sendo assim, as aulas permutadas entre os professores seriam automaticamente incorporadas ao horário do dia, tornando mais fácil a realização da frequência.

Agradecimentos

Agradeço ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, bem como a todos os meus colegas da turma de EMI de Informática de 2020, e a professora Maria Alice pela ajuda ao longo da escrita deste artigo.

Referências

- CANEDO, J. A. **Biometria**. Fórum Biometria, 2011. Disponível em: <http://forumbiometria.com/biometria.html> . Acesso em: 12 de jun. 2020.
- CERQUEIRA, W. **A robotização na produção industrial**. Mundo Educação, 29 out. 2010. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/a-robotizacao-na-producao-industrial.htm> . Acesso em: 7 set. 2020.
- ELETRONICS, A. **Arduino - O que é, tipos e aplicações**. Athos Electronics, 5 jan. 2016. Disponível em: <https://athoselectronics.com/o-que-e-arduino/> . Acesso em: 5 jun. 2020.
- MANO, M. K. **Sistema eletrônico para registrar a frequência dos alunos**. Nova Escola, 1 jul. 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1915/sistema-eletronico-para-registrar-a->



[frequencia-dos-alunos](#) . Acesso em: 7 set. 2020.

MARQUES, C.; PIFFER, E.; & MIORANZA, I.; LIMA, L. **Desenvolvimento de uma aplicação de controle de presenças de acadêmicos com uso de reconhecimento através de biometria.** Akropolis - Revista de Ciências Humanas da UNIPAR. (2018) Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/view/6677/3537>. Acesso em: 16 de jul. 2020.

MOVIO, C. R. **Automação de chamada de sala de aula.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Faculdade Salesiana Dom Bosco de Piracicaba, Piracicaba, Dezembro de 2015. Disponível em: <https://fastformat.co/contests/submissions/5> . Acesso em: 16 jul. 2020.

OLIVEIRA, I. C. **Sistema web de registro de presença via leitura biométrica de impressão digital para instituições de ensino..** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia da computação) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/3606/3/Monografia%20Igor%20Carvalho.pdf> . Acesso em: 29 set. 2020.

SOEIRO, R. R.; COSTA BEZERRA, H.; CARNEIRO, F. D. F.; ALMEIDA NETO, M. B.; CASTRO BEZERRA FILHO, J. A.; TAVARES, D. A. B.; MENEZES, J. W. M. **Sistema de controle de horários de aula utilizando leitores biométricos.** COBENGE, Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/5/Artigos/130327.pdf> . Acesso em: 29 set. 2020.

Apêndice A

O link abaixo refere-se ao repositório do projeto no GitHub:

<https://github.com/vitor0p9f/Frequency-record>