



PROJETO DE MÁSCARA DE LEDS IOT PARA EVENTO CULTURAL: CIÊNCIA, ARTE E CULTURA INTEGRADOS À EDUCAÇÃO SUPERIOR

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5366

Autores: LEANDRO POLONI DANTAS, RICARDO ALEXANDRE CARMONA, LUIS CARLOS CANNO, FERNANDO SIMPLICIO DE SOUSA, MARCONES CLEBER BRITO DA SILVA

Resumo: Este documento apresenta o desenvolvimento de uma máscara de LEDs IoT, especialmente projetada por alunos de graduação tecnológica para evento cultural. Esta atividade acadêmica teve como objetivo usar ciência, arte e cultura em sala de aula. Ao agregar arte e cultura às competências técnicas, todos foram forçados a pensar diferente e se distanciar de soluções voltadas prioritariamente a indústria, abrindo possibilidades ainda pouco exploradas. O resultado dessa ação foi um dispositivo vestível conectado por rede sem fio e inovador, distante de aplicações clássicas. Permitiu além disso, o aprimoramento dos alunos e o despertar de habilidades artísticas e criativas.

Palavras-chave: fita de LEDs, máscara de LEDs, dispositivo IoT vestível, educação superior

PROJETO DE MÁSCARA DE LEDS IOT PARA EVENTO CULTURAL: CIÊNCIA, ARTE E CULTURA INTEGRADOS À EDUCAÇÃO SUPERIOR

1 INTRODUÇÃO

Quando falamos de educação superior, é difícil escapar de temas como integração entre alunos e a comunidade, interdisciplinaridade, inclusão social e sustentabilidade. Em meio a tantas discussões pautadas nessa temática, a Faculdade SENAI São Paulo - Campus Anchieta – Vila Mariana iniciou suas primeiras ações envolvendo comunidade e alunos no ano de 2022, quando construiu uma parceria com a ONG Novos Herdeiros Humanísticos, situada na cidade de São Paulo. Essa parceria gerou integração extremamente profícua entre os jovens e as crianças atendidas pela ONG e alunos do curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial, resultando em ações educacionais e recreativas tanto nas dependências do campus como na comunidade local, atendida pela ONG. A sistemática de trabalho e desenvolvimento dos projetos foi pautada nas “dores” do dia-a-dia, que 10 jovens da comunidade trouxeram aos alunos. Dentre as soluções, os alunos desenvolveram um placar eletrônico para os esportes que eram desenvolvidos na comunidade, como também um sistema de luminárias móveis com carregamento por célula fotovoltaica para subsidiar as aulas noturnas em ambientes externos.

O primeiro semestre de 2023, foi focado na temática “Uma viagem tecnológica entre Brasil e Japão – SENAI Vila Mariana na quebrada”, os alunos buscaram entender um pouco mais da cultura japonesa, a migração para o Brasil e quem foram os antigos samurais. Diante dessa proposta, os alunos participaram do 1º Campeonato de Lançamento de Foguetes na Favela, com participação de um jovem de família vulnerável em cada equipe. Antes do lançamento, cada equipe apresentou um *pitch* sobre o samurai que escolheram para ser homenageado por meio do foguete lançado. Essa ação foi desenvolvida no campo de futebol da favela do boqueirão, colaborando para a formação de alunos com olhar crítico para as necessidades da sociedade vulnerável. Em complemento, um grupo de alunos foi inserido num mundo diferente e, às vezes, intangível por meio do campeonato RSM Challenge, uma competição de robôs lutadores de sumô autônomos de 3 kg com a participação de alunos de grandes universidades do Brasil e das Américas. Essa ação colaborou para a ampliação das perspectivas dos alunos, com relação às oportunidades de crescimento, de *networking* e de projeção de um futuro próspero.

No segundo semestre de 2023, essa ação se expandiu e mais uma parceria foi firmada, desta vez com a Instituição Beneficente Nosso Lar, que trata de jovens deficientes intelectuais. O grande fruto dessa parceria, dentre várias ações, foi a feira “Incluir para Evoluir” neste evento os alunos puderam apresentar projetos desenvolvidos para atender às necessidades especiais e específicas de um grupo de jovens selecionados. Esses jovens e suas famílias foram apresentados aos alunos e, durante um semestre de interações, puderam desenvolver jogos e aplicativos personalizados a cada um, contemplando o desenvolvimento intelectual, como também estimularam o progresso motor dos jovens atendidos.

Depois de três semestres de ótimas experiências, as ações do campus se expandem para outros *campi* da faculdade e passa a culminar em um evento de fechamento maior. Desta vez, o tema escolhido foi “Reconstruindo Raízes: teias e cores da nossa herança cultural”. A partir deste tema, cada campus desenvolveu projetos interdisciplinares e intercâmpis que explorando nossas raízes culturais e os povos originários. Um evento

cultural, programado para data posterior à submissão desse artigo, conta com apresentações de danças, músicas e exposições de vestuário e de artefatos históricos confeccionados e reconstruídos pelos alunos, sempre procurando atender melhor a comunidade por meio da inclusão. Este evento conta com a participação de dançarinos cadeirantes da Associação Solidariedança de Arte e Cultura também da cidade de São Paulo.

Feita a contextualização das ações desenvolvidas pela Faculdade SENAI São Paulo, em especial pelo campus Anchieta, este artigo visa descrever uma das ações educacionais desenvolvidas dentro da temática apresentada. Essa ação foi realizada junto aos alunos do quinto semestre do curso de Tecnologia em Eletrônica Industrial, dentro da unidade curricular intitulada Protótipos I.

Dentre as competências desenvolvidas nesta disciplina, estão aquelas relacionadas à elaboração de circuitos, a confecção de placas e protótipos e a programação de sistemas digitais. Da junção dessas competências com a temática escolhida para o semestre, nasceu a ideia do desenvolvimento de máscaras baseadas em fitas de LEDs endereçáveis, capazes de reproduzir mensagens e figuras que remetessem aos povos originários.

Essas máscaras serão vestidas e utilizadas em apresentação de dança e música durante evento planejado.

Para maior integração entre luzes, cores e música, o controle sobre o conteúdo apresentado por cada máscara será feito individualmente por sistema de comunicação sem fio, através de rede controlada por computador. Essa proposta caracteriza o desenvolvimento do que chamamos de dispositivos vestíveis conectados à Internet, comumente chamado de IoT *wearable devices*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados alguns os fundamentos teóricos, bem como os trabalhos que deram base para o desenvolvimento desta proposta.

2.1 Fitas de LEDs

Fitas de LEDs, também conhecidas como mangueiras de LEDs, são fontes de iluminação modernas compostas por uma série de diodos emissores de luz (LEDs) fixados em uma fita flexível. Essa combinação oferece diversas vantagens em comparação com a iluminação tradicional, tornando as fitas de LEDs uma escolha popular para projetos residenciais, comerciais e industriais.

As fitas podem ser de cor única, coloridas (chamadas de RGB) ou endereçáveis. Essas últimas se utilizam de protocolo de comunicação serial específico para o controle da cor e brilho de cada um dos LEDs individualmente (Waveform Lighting, 2024).

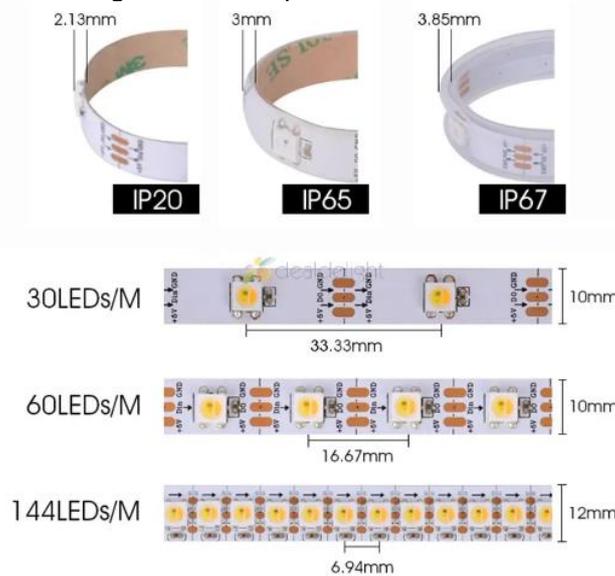
A Figura 1 ilustra alguns dos modelos de fitas disponíveis no mercado. Destaque cabe ao espaçamento entre os LEDs e a proteção contra pó e água (classificação IP).

2.2 Node MCU ESP32

O Node MCU é uma plataforma de desenvolvimento, baseada em hardware e software abertos (*open source*), para sistemas embarcados com foco em IoT. Utiliza como base microcontroladores de baixo custo e consumo produzidos pela empresa chinesa Espressif Systems (Espressif Systems, 2024; Oliveira e Zanetti, 2022). Todas as versões da plataforma têm como característica essencial possuírem interface de rede do tipo WiFi.

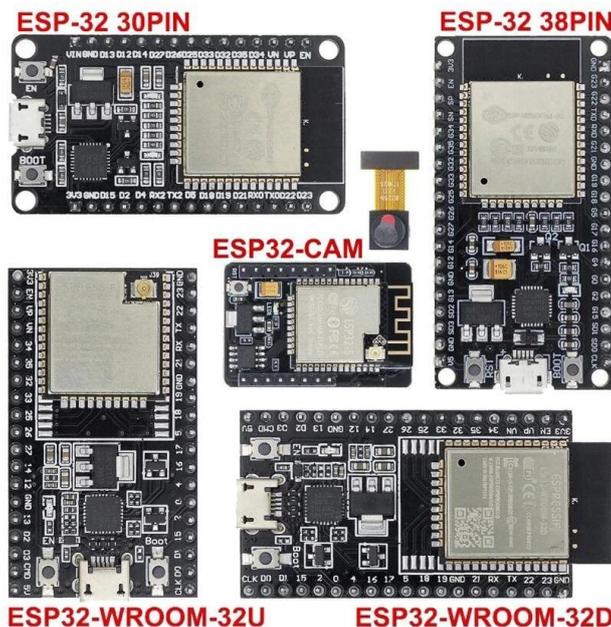
O Node MCU ESP32 é a versão mais popular da plataforma e pode ser encontrado em diferentes formatos de placa de circuito impresso e com diferentes quantidades de pinos disponíveis. A Figura 2 ilustra alguns dos modelos encontrados no mercado.

Figura 1 – Exemplos de fitas de LEDs.



Fonte: Aliexpress, 2024

Figura 2 – Modelos comerciais da plataforma Node MCU ESP32.



Fonte: GN Componentes Ltda., 2024.

A versão ESP32 tem como principais características possuir um microcontrolador Xtensa LX6 Dual-Cure de 32 bits, 4MB de memória flash, 512 kB de memória RAM, comunicação wireless padrão 802.11 b/g/n e bluetooth BLE 4.2. Além disso, possui diferentes interfaces de comunicação entre hardware como UART, I2C, SPI e geração de sinais PWM. Associado a todos esses periféricos, pode ser programado utilizando o mesmo ambiente de programação do Arduino, além de sua própria biblioteca de funções, chamada de IDF (Espressif Systems, 2024).

2.3 Protocolo MQTT e *broker* MQTT

MQTT é a sigla para *Message Queue Telemetry Transport*, em português Transporte de Telemetria por Fila de Mensagens. Ele é um dos protocolos de mensagens mais populares utilizado para a Internet das Coisas (IoT). Ele foi projetado em 1999 por Andy Stanford-Clark da IBM e Arlen Nipper da Arcom (atual Cirrus Link) com o objetivo de permitir perda mínima de bateria e uso de largura de banda ao conectar-se a óleo dutos via satélite. Trabalha com um transporte de mensagens de publicação/assinatura extremamente leve e síncrono, ideal para conectar sensores, sistemas microcontrolados e dispositivos móveis (HiveMQ, 2024; MQTT.org, 2022; Oliveira e Zanetti, 2022).

O MQTT tornou-se um padrão aberto em 2014 quando a OASIS (Organização para o Avanço de Padrões de Informação Estruturada) assumiu sua padronização. A OASIS, para esclarecimento, é um consórcio internacional que desenvolve padrões abertos para a Internet e tecnologias relacionadas. Seu envolvimento tem sido fundamental para o seu sucesso como um protocolo IoT amplamente adotado. Graças ao fórum, mantido para comunidade de desenvolvedores, melhorias são implementadas continuamente, o que resultou na versão mais atual, MQTT 5, publicada em março de 2019. Essa versão é mais confiável e oferece mais recursos para escalabilidade (HiveMQ, 2024; OASIS, 2019).

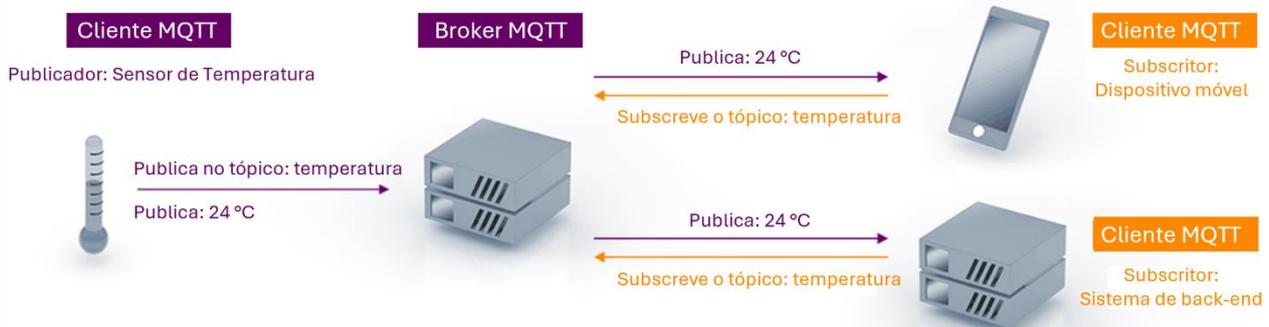
O MQTT é fundamentado na pilha de protocolos TCP/IP, tendo as trocas de mensagens feitas a partir do modelo publicador-subscritor (*publisher-subscriber*). Para reduzir o uso de banda de rede, desacopla o emissor e o receptor da mensagem.

As mensagens MQTT são organizadas em uma estrutura de tópicos, em os níveis são separados por uma simples barra (“/”). Por exemplo, escola/sensor/laboratório 2/temperatura.

O elemento central da rede é o chamado *broker* MQTT, que nada mais é que, o servidor que recebe e envia mensagens aos seus clientes. Os clientes por sua vez, podem ser quaisquer tipos de dispositivos habilitados a interagir com o *broker*. Os clientes podem publicar dados em determinados tópicos, neste caso são chamados de publicadores, ou receber atualizações de tópicos previamente assinados, aí são chamados de subscritores (Oliveira e Zanetti, 2022).

A Figura 3 exemplifica o modelo de comunicação em uma rede baseada no protocolo MQTT e *broker* MQTT. Nela é possível observar o *broker* interagindo com três clientes. Sendo um deles apenas publicador no tópico temperatura e os demais subscritores desse tópico.

Figura 3 – Exemplo de rede MQTT.



Fonte: Adaptado de MQTT.org, 2022.

3 METODOLOGIA

Por se tratar de um projeto desenvolvido por uma turma inteira, aproximadamente 25 alunos, optou-se por trabalhar algumas semanas na nivelção de conhecimentos e introdução dos princípios de funcionamento das fitas de LEDs endereçáveis.

Feita essa preparação, durante um período de 3 meses, com encontros semanais de 4 horas o projeto foi desenvolvido e testado.

A seguir estão listadas as principais etapas do projeto:

- Simulação computacional da comunicação entre as fitas de LEDs e a plataforma Node MCU;
- Criação de pictogramas para representação em matriz de LEDs, inspirados em máscaras utilizadas por povos originários e nativos do Brasil;
- Montagem de protótipo de uma matriz de LEDs para testes dos pictogramas;
- Estudo de melhor opção para montagem das máscaras integradas as matrizes de LEDs;
- Modelagem 3D e impressão de protótipos de colmeias para isolamento do brilho dos LEDs e integração com *face shields* usados como suporte para matriz;
- Configuração do *broker* MQTT e desenvolvimento de *firmware* para publicação e subscrição de tópicos no *broker* pelas placas Node MCU.
- Criação de placa para integração das baterias de alimentação, regulador de tensão, matrizes de LEDs e Node MCU;
- Testes e montagens das máscaras (10 unidades).

As subseções a seguir descrevem as metodologias aplicadas no desenvolvimento de cada uma das atividades listadas anteriormente.

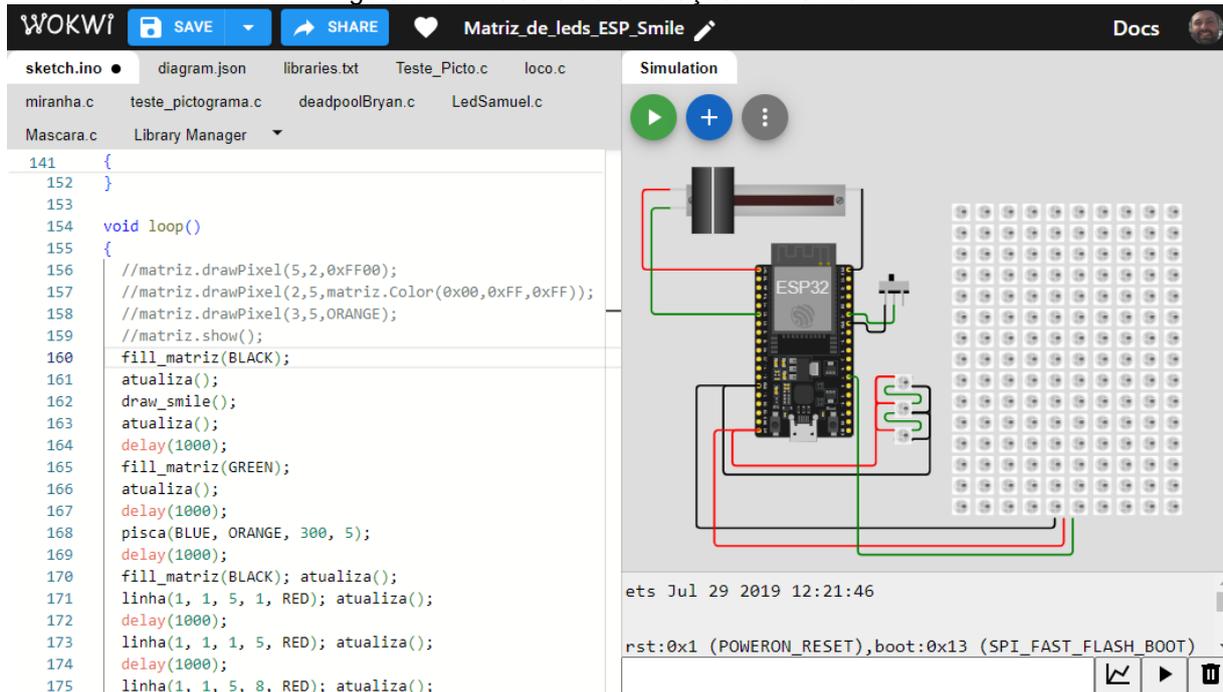
3.1 Simulação computacional

Neste projeto, optou-se por programar a Node MCU ESP32 usando a plataforma Arduino IDE e programação em linguagem C/C++. Porém, antes que montagens físicas fossem executadas, simulações de funcionamento de fitas de LEDs com o microcontrolador foram realizadas através da plataforma de desenvolvimentos e simulação *online* Wokwi (Codemagic Ltd., 2024).

Esta plataforma oferece acesso tanto a diversos modelos de placas microcontroladas, bem como a uma gama de periféricos amplamente utilizados no desenvolvimento de sistemas embarcados. Dentre eles, fitas de LEDs endereçáveis do tipo WS2812B. O mesmo modelo usado no projeto.

A Figura 4 representa o ambiente Wokwi com um dos modelos de hardware montado e trecho do firmware utilizados nos testes iniciais.

Figura 4 – Ambiente de simulação *online* Wokwi.



Fonte: Autor.

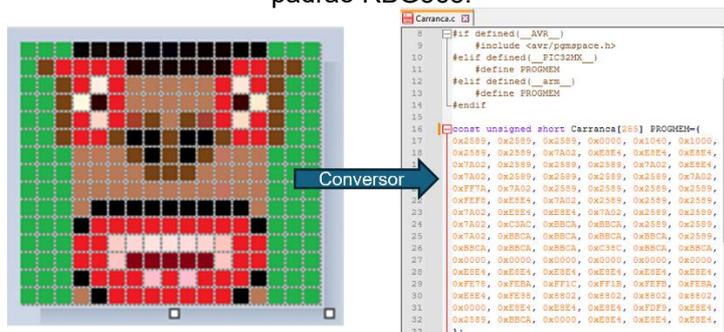
3.2 Criação de pictogramas

Pictogramas são imagens estilizadas que funcionam como signos de linguagem. Neste caso, além dos caracteres do alfabeto, os pictogramas são representações de figuras ou entidades mitológicas e/ou representativas para cultura dos povos originários e nossas raízes negras.

Os pictogramas foram criados a partir do estudo de registros históricos. Sua criação passou por processo de desenho digital pixel a pixel respeitando as dimensões da matriz montada a partir das fitas de LEDs. Neste projeto, optou-se por criar matrizes com 17 pixels de largura por 15 pixels de altura.

Os arquivos de imagem gerados (formato PNG), foram convertidos em arquivos binários no padrão RGB565 (formato C) através do aplicativo online ImageConverter (UTFT) (Rinky-Dink Electronics e Karlsen, 2024) e embarcados no firmware carregado na Node MCU. Dessa forma, criou-se um banco de pictogramas que, a qualquer momento, poderia ser carregado na matriz. Na Figura 5 é representado o fluxo utilizado para esta atividade.

Figura 5 – Conversão de pictogramas em arquivos binários padrão RGB565.



Fonte: Autor.

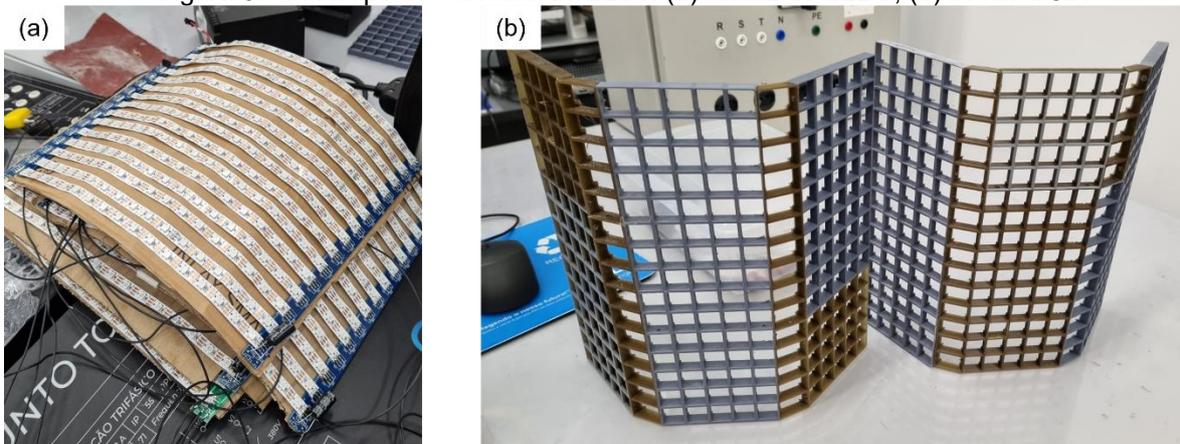
3.3 Prototipagem da matriz de LEDs à impressão 3D

Uma vez que as fitas de LEDs são vendidas em rolos com 5 metros. O processo de prototipagem das matrizes utilizadas demandou corte das fitas em tiras com 17 LEDs e agrupamento vertical de 15 tiras. Para facilitar essa operação, desenvolveu-se uma placa de circuito para solda das tiras de LEDs. Cada matriz precisa de apenas 3 fios para operar (Vcc, Gnd e Dado). Parte do processo de prototipagem pode ser visto na Figura 6 (a).

Neste projeto, optou-se por fixar as matrizes em *face shields* comerciais. Para isso, além de performar a matriz em arco adequado ao formato do face shield, foi preciso projetar e imprimir uma colmeia 3D para sobrepor a matriz de LEDs com objetivo de isolar o brilho de cada led e evitar sobreposição de cores. A colmeia 3D desenvolvida pode ser vista na Figura 6 (b).

Uma vez validado o protótipo, 10 máscaras foram confeccionadas.

Figura 6 – Protótipo da máscara de LEDs. (a) matriz de LEDs, (b) colmeia 3D.



Fonte: Autor.

3.4 Broker MQTT e firmware

Existem várias opções de *brokers* MQTT para IoT. Neste projeto, utilizou-se o Mosquitto (Eclipse Foundation, 2024), que foi instalado em um notebook conectado a um roteador WiFi. Desta forma, foi possível criar uma rede sem fio restrita ao *broker* e aos módulos Node MCU instalados em cada uma das máscaras.

No *broker* foi adicionado um tópico correspondente ao pictograma atual a ser apresentado nas máscaras. Cada Node MCU cliente assina esse tópico e recebe a atualização de imagem assim que um aplicativo local cliente, instalado no notebook, publica neste tópico a atualização de pictograma.

O *firmware* de todas as máscaras foi preparado de forma que assim que iniciado, o módulo Node MCU faça sua autenticação na rede sem fio e realize a assinatura do tópico “pictograma” no *broker* Mosquitto. Desta forma, a cada atualização do tópico, todas as máscaras são avisadas e carregam o conjunto de pixels adequado nas matrizes.

3.5 Placa para integração de periféricos

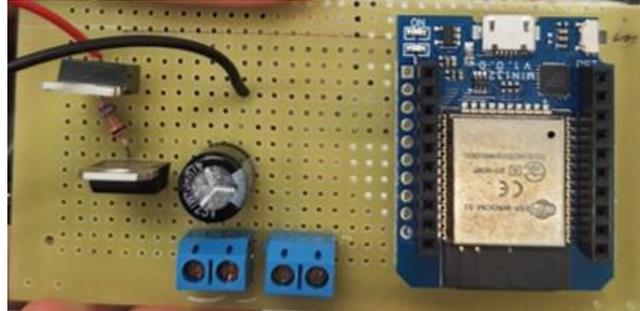
Por se tratar de dispositivo IoT vestível, a máscara deve operar através de bateria com autonomia suficiente para execução de toda apresentação artística musical.

Durante ensaios, verificou-se que o consumo de corrente elétrica por parte das matrizes de LEDs variava entre 800 mA a 1500 mA. Essa característica depende da cor e brilho aplicado a cada pixel. Dessa forma, visando atender a essa demanda por período superior a 90 minutos, utilizou-se um conjunto com duas pilhas de íons de lítio com carga de 3800 mAh cada.

Para integrar a bateria (7,4 V nominais), a fonte reguladora de tensão (saída 5 V), a Node MCU ESP32, a saída de tensão e o sinal de dados da matriz de LEDs, optou-se por projetar e montar todo o circuito necessário em placa padrão.

A Figura 7 ilustra a placa montada para este projeto.

Figura 7 – Placa integradora de periféricos.



Fonte: Autor.

3.6 Testes e montagem das máscaras

À medida que, cada uma das partes desenvolvidas era validada, deu-se início a replicação de forma a atingir 10 máscaras completas ao final. O número de 10 máscaras foi definido durante a elaboração da proposta da apresentação artística do projeto.

Vale ressaltar o papel importante da integração entre os campi da faculdade SENAI-SP. Para este projeto, contou-se com importante colaboração dos alunos e professores do curso de Tecnologia em Design de Moda do campus Brás. Eles foram responsáveis por todo vestuário preparado para essa e outras apresentações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como descrito na introdução, a apresentação formal do projeto ocorre após a data de submissão deste artigo. Porém, seu estado atual nos permite avaliar os resultados obtidos do ponto de vista técnico e pedagógico.

Quando nos deparamos com o desafio de integrar ciência, arte e cultura em um mesmo projeto, ficamos por certo período carentes de ideias. Nós, acostumados a pensar em soluções para indústria, tivemos que sair da região de conforto e expandir os horizontes. Pensar sobre como a tecnologia eletrônica pode se tornar arte e ser uma expressão cultural foi realmente motivador.

A elaboração do projeto de máscaras de LEDs no formato de uma solução IoT *wearable* foi desafiador para todos os envolvidos e interessante perceber que não tínhamos referência de como proceder, uma vez que isso nunca fora feito dessa forma.

No ponto de vista tecnológico, poder criar uma aplicação verdadeiramente IoT sem replicar projetos enfadonhamente repetitivos e descritos na literatura, mesmo antes do termo IoT ter sido cunhado por Kevin Ashton em 1999 (Dias, 2016), foi realmente inspirador a todos os envolvidos. Somente após iniciado o projeto, percebemos que além de uma aplicação IoT inovadora estávamos criando um dispositivo vestível, podendo assim definir nossa máscara de LEDs como um dispositivo IoT *wearable*.

A escolha da plataforma Node MCU e do protocolo MQTT para comunicação com servidor (*broker* MQTT Mosquitto) foi uma escolha importante, que favoreceu a conectividade e se adequou perfeitamente às necessidades do projeto.

O uso de tópicos assinados pelas máscaras simplificou a automação do processo e gerou bastante flexibilidade para que novas funcionalidades possam ser criadas e aplicadas

em novos modelos de máscaras, sem a necessidade de alterar o firmware das máscaras originalmente projetadas.

Quando os resultados são analisados do ponto de vista pedagógico, identificam-se uma série de pontos positivos obtidos nesta atividade.

- Promoveu maior integração da turma, todos puderam participar e trabalhar naquilo que tinham mais afinidade ou aprimorar competências que mais se interessassem;
- Ofereceu visão além dos limites do campus, promovendo a integração com alunos de diferentes áreas de atuação;
- Permitiu que os alunos trabalhassem nos níveis mais elevados da taxonomia de Bloom (projetar, desenvolver e analisar) (Ferraz e Belhot, 2010).
- Despertou nos alunos outras competências não técnicas (citadas a seguir), permitiu desenvolvimento cultural e maior valorização da história da nossa nação;
- Trouxe aos alunos maior valorização ao trabalho técnico e percepção do valor que o conhecimento adquirido tem quando aplicado à sociedade.

Além das competências técnicas, essa atividade valorizou as habilidades artísticas de vários alunos. Durante os meses de projeto, uma música foi composta para a apresentação do projeto. Além disso, vários alunos se propuseram a participar da dança planejada e a tocar instrumentos durante a interpretação dessa canção.

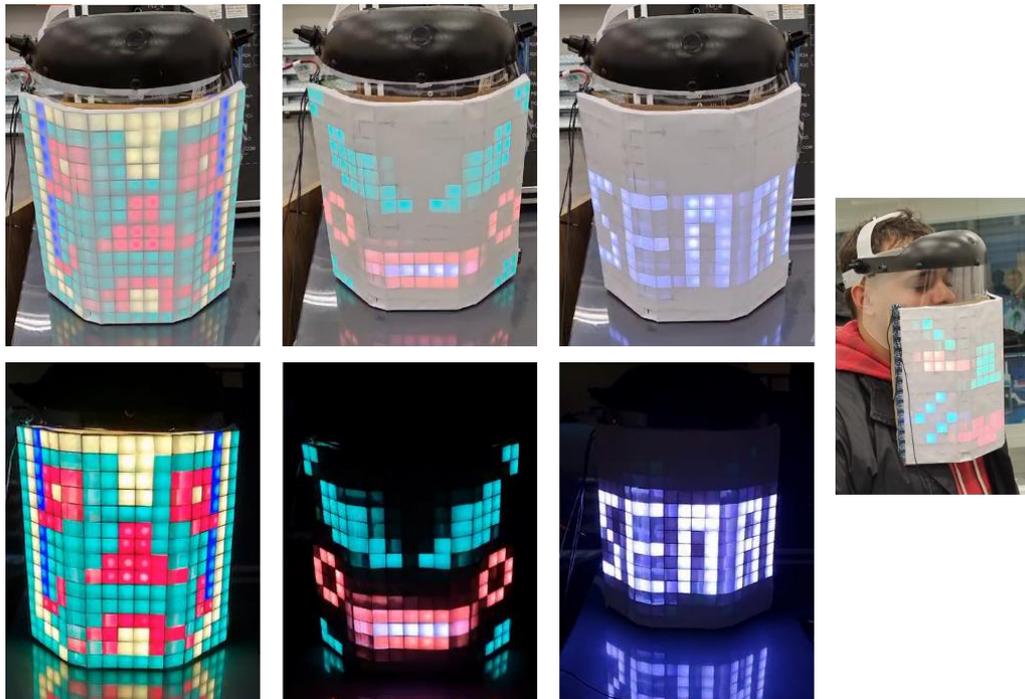
Na Figura 8, pode ser vista uma amostra das vestimentas confeccionadas para este evento e na Figura 9, pode-se ver algumas amostras das projeções de pictogramas nas máscaras produzidas.

Figura 8 – Vestimenta confeccionada para apresentação do projeto.



Fonte: Autor.

Figura 9 – Amostras de pictogramas projetados na máscara de LEDs em ambiente claro e escuro.



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou o projeto e desenvolvimento de um dispositivo IoT vestível do tipo máscara de LEDs. Com propósito de ser utilizado em evento intitulado “Reconstruindo Raízes: teias e cores da nossa herança cultural” e realizado pelos campi das Faculdades SENAI-SP. Mais que um projeto técnico, se mostrou uma excelente ferramenta de integração entre alunos, disseminação de cultura e desenvolvimento humano.

Nos meses de desenvolvimento do projeto, os alunos puderam aperfeiçoar conhecimentos e demonstrar competências técnicas e artísticas ainda não conhecidas por todos.

Essa experiência serve como um interessante exemplo, bem-sucedido, de integração entre ciência, arte e cultura. Fugindo de aplicações clássicas de dispositivos IoT, foi criado um dispositivo lúdico aplicando conceitos já consolidados, porém de uma forma inovadora e criativa. Cabe ressaltar que, não basta ter uma boa ideia, a participação de todos os envolvidos é fundamental. Aqui se incluem diretoria, coordenação de curso, equipe de apoio, professores e alunos. Além disso, ter uma infraestrutura adequada e materiais de consumo foram fundamentais para que o desenvolvimento do projeto caminhasse de forma harmoniosa até sua conclusão.

Por fim, deve-se destacar a possibilidade em continuação do projeto, agora na forma de atividade complementar ou até mesmo uma iniciação científica. Onde será possível aprimorar suas funcionalidades, criar novas *features* e assim estimular o espírito científico em outros alunos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao SENAI-SP pelo apoio a este projeto e a todos os alunos que se empenharam tanto para sua conclusão.

REFERÊNCIAS

- ALIEXPRESS. **SK6812 WWA Led Strip 16.4f 5050 White/Warm White/Amber In 1 Chip 30/60/144 Led/m Addressable Tape Light DC5V**. Disponível em: <<https://www.aliexpress.us/item/3256804256104557.html?gatewayAdapt=bra2usa4itemAdapt>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- CODEMAGIC LTD. **Wokwi**. Disponível em: <<https://wokwi.com/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- DIAS, R. R. DE F. **Internet das coisas sem mistérios: uma inteligência para os negócios**. São Paulo: Netpress Books, 2016.
- ECLIPSE FOUNDATION. **Eclipse Mosquitto**. Disponível em: <<https://mosquitto.org/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- ESPRESSIF SYSTEMS. **Espressif**. Disponível em: <<https://www.espressif.com/en>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- FERRAZ, A. P. DO C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & produção**, v. 17, p. 421–431, 2010.
- GN COMPONENTES LTDA. **Placa de desenvolvimento ESP32 WiFi mais bluetooth ultra-baixa potência**. Disponível em: <<http://www.led-diode.com/development-board/esp32-development-board-wifi-bluetooth-ultra.html>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- HIVEMQ. **Introducing the MQTT Protocol – MQTT Essentials: Part 1**. Disponível em: <<https://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part-1-introducing-mqtt/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- MQTT.ORG. **MQTT: the standard for IoT messaging**. Disponível em: <<https://mqtt.org/>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- OASIS. **MQTT version 5.0**. Disponível em: <<https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P. **IoT com MicroPython e NodeMCU**. São Paulo: Novatec Editora Ltda., 2022.
- RINKY-DINK ELECTRONICS; KARLSEN, H. **ImageConverter (UTFT)**. Disponível em: <http://rinkydinkelectronics.com/t_imageconverter565.php>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- WAVEFORM LIGHTING, L. **Led strip lights**. Disponível em: <<https://www.waveformlighting.com/led-strip-lights>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

IOT LED MASK PROJECT FOR CULTURAL EVENT: SCIENCE, ART AND CULTURE INTEGRATED INTO HIGHER EDUCATION

Abstract: *This paper presents the development of an IoT LED mask, specially designed by undergraduate technology students for a cultural event. This academic activity aimed to use science, art and culture in the classroom. By adding art and culture to technical skills, everyone was forced to think differently and move away from solutions primarily aimed at industry, opening up possibilities that have not yet been explored. The result of this action was an innovative wireless wearable device, far removed from classic applications. It also enabled students to improve their skills and awaken their artistic and creative abilities.*

Keywords: *led strip, led mask, IoT wearable device, higher education*

