

## Desenvolvimento de um placar eletrônico de baixo custo controlado remotamente

## Development of a low-cost electronic scoreboard remotely controlled

### RESUMO

O esporte sempre foi um fator que instigou a evolução humana, sendo praticado pelos humanos há vários milênios. Dessa forma, nesse projeto é desenvolvido um placar eletrônico para o jogo de Tênis, com o objetivo de proporcionar uma experiência profissional aos jogadores, incentivando a prática do esporte. O placar em seu funcionamento utiliza o protocolo de comunicação *Messaging Queue Telemetry Transport* (MQTT), baseado em conexões inseguras ou com baixa largura de banda. Caracterizando-o assim como um dispositivo de Internet das Coisas (IoT), mostrando-se muito responsivo e seguro de ser utilizado, garantindo uma boa experiência aos usuários em uma versão final. Além disso, a aplicação de controle do dispositivo está sendo realizada em outro trabalho, e permite inclusive o compartilhamento das informações do jogo de forma remota.

**PALAVRAS-CHAVE:** IoT. MQTT. Esportes.

### ABSTRACT

Sport has always been a factor that instigated human evolution, being practiced by humans for several millennia. Thus, in this project an electronic scoreboard for the game of Tennis is developed, with the objective of providing a professional experience to the players, encouraging the practice of the sport. The scoreboard in its operation uses the communication protocol *Messaging Queue Telemetry Transport* (MQTT), based on insecure connections or with low bandwidth. Characterizing it as an Internet of Things (IoT) device, proving to be very responsive and safe to use, ensuring a good experience for users in a final version. In addition, the device control application is being carried out in another job, and even allows remote game information to be shared.

**KEYWORDS:** IoT. MQTT. Sports.

**Eberton João de Matia**

[ebertonjm@gmail.com](mailto:ebertonjm@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

**Roberto Ribeiro Neli**

[neli@utfpr.edu.br](mailto:neli@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

A evolução humana sempre foi instigada pela competitividade, e o esporte foi um fator importante para que pudessem desenvolver as habilidades necessárias. Segundo Duarte (2019), é provável que essa prática já tenha mais de 4 mil anos, e ajuda na formação do caráter e personalidade do ser humano.

Com o advento das telecomunicações, os esportes passaram a ser transmitidos para todo o mundo, fazendo com que ficassem conhecidos e também incentivando mais pessoas a praticá-los. Diante do cenário atual, Murara & Ferro (2013) dizem que a Tecnologia da Informação (TI), que envolve um conjunto de componentes tecnológicos organizados de forma a facilitar um processo ou atividade, tem sido empregada de forma positiva no esporte, auxiliando em resultados técnicos e também para o mercado.

Dessa forma, esse projeto propõe a criação de um placar eletrônico para o jogo de Tênis que opere através da conexão com a internet, proporcionando aos jogadores a experiência de estarem em um jogo profissional, fomentando a prática dessas atividades.

A marcação de pontos no jogo de Tênis é dividida em *sets* e *games*, sendo que um *game* é composto por um conjunto de pontos, onde a contagem é feita por 15, 30, 40 e *game*. Já o *set* é um agrupamento de *games* com contagem composta de 1 a 5 e o *set*. Com base nessas informações, o placar desenvolvido tem o papel também de facilitar a marcação desses pontos e torná-los visíveis a todos os telespectadores.

## METODOLOGIA

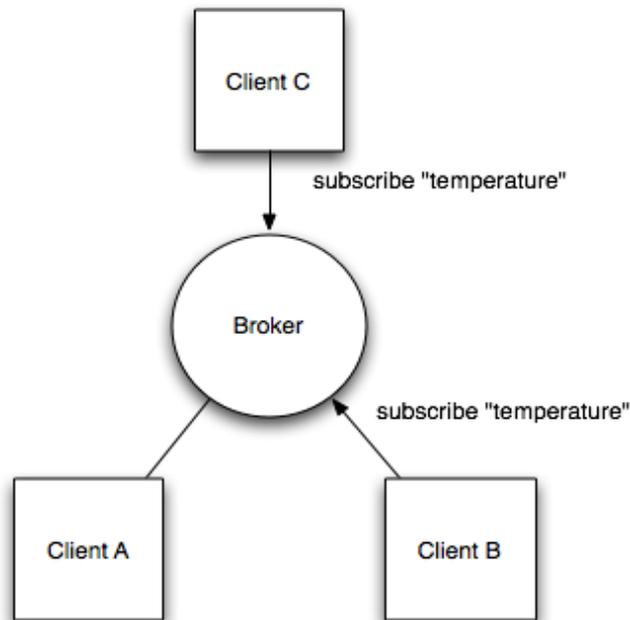
Para o desenvolvimento desse projeto, o primeiro passo foi a escolha do protocolo de comunicação a ser abordado, para que fosse possível manipular os dados do placar de forma remota através da internet, conceito conhecido como Internet das Coisas (ou IoT, do termo *Internet of Things*) que, segundo Diniz (2006), utiliza essa conexão com o objetivo de possibilitar a comunicação a qualquer tempo e em qualquer lugar de qualquer coisa.

Para tal, pensando no cenário de aplicação do placar, o protocolo de transferência escolhido foi o *Messaging Queue Telemetry Transport* (MQTT), que segundo Martins & Zem (2015), é baseado na comunicação para dispositivos restritos e redes inseguras que apresentem baixa largura de banda, diminuindo os requerimentos de recursos e tentando garantir que os dados sejam sempre enviados de forma correta.

De acordo com Jaffey (2014), esse protocolo usa o modelo cliente/servidor, onde os dispositivos que enviam ou recebem dados são clientes que se conectam ao servidor, chamado *Broker*, os dados são transmitidos através de publicação em tópicos, que são endereços no servidor, sendo que um mesmo cliente pode se inscrever em vários tópicos, fazendo com que possa receber dados de outros clientes também, como ilustra a figura 1, onde os clientes B e C estão inscritos no tópico temperatura, e compartilham esses dados através do *Broker*. Além disso, segundo Jaffey (2014) ainda, um exemplo de recurso disponível no MQTT é o de mensagens retidas, permitindo que a última mensagem enviada para cada tópico

seja armazenada no *Broker*, e enviando automaticamente quando um cliente novo se inscrever no tópico. Outro recurso disponível é o de *Quality of Service (QoS)*, o qual permite diferentes níveis de garantia de entrega ao enviar uma mensagem.

Figura 1 - Subscrição de tópicos no servidor



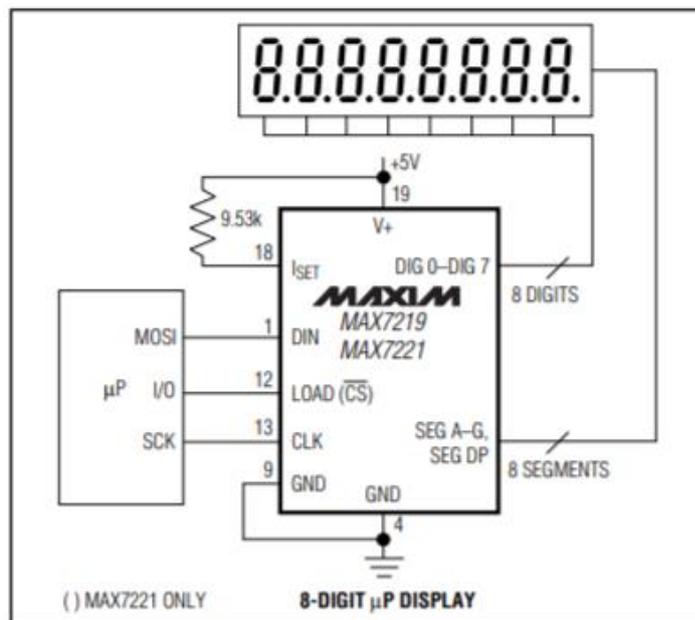
Fonte: Jaffey (2014).

Para tornar viável essa comunicação e o controle do placar através dos dados recebidos, o protótipo utiliza um *Microcontroller Unit (MCU)* ESP32-WROOM-32D da Espressif® de 32-bit com periféricos de comunicação *Wi-Fi* 2.4 GHz e *BT/Bluetooth* LE. Os itens abaixo descrevem mais algumas das características desse dispositivo segundo a fabricante (ESPRESSIF SYSTEMS, 2020).

- Dois microprocessadores LX6 de 32 bits Xtensa® com frequência de *clock* ajustável, variando de 80 MHz a 240 MHz
- *Bluetooth* para conexões herdadas, também compatível com L2CAP, SDP, GAP, SMP, AVDTP, AVCTP, A2DP (SNK) e AVRCP (CT)
- Suporte para perfis *Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE)*, incluindo perfis baseados em L2CAP, GAP, GATT, SMP e GATT, BluFi, SPP
- Os periféricos incluem sensores capacitivos de toque, sensor *Hall*, interface para cartão SD, *Ethernet*, SPI de alta velocidade, UART, I2S e I2C

Para controlar os displays do placar, o Circuito Integrado (CI) utilizado foi o MAX7219, produzido pela Maxim Integrated®, atual Sparkfun®. Trata-se de um *driver* para 8 *displays* 7-segmentos em modo catodo comum, controlado através de barramento SPI (MAXIM INTEGRATED, 2019). No projeto é previsto a utilização de três CI's, ligados ao mesmo barramento, totalizando assim a possibilidade de controle de até 24 *displays*. Contudo, no protótipo, devido ao pouco espaço na *Protoboard* apenas um CI foi utilizado, controlando dois *displays*. A figura 2 representa o diagrama de conexões do dispositivo.

Figura 2- Diagrama do circuito integrado MAX7219

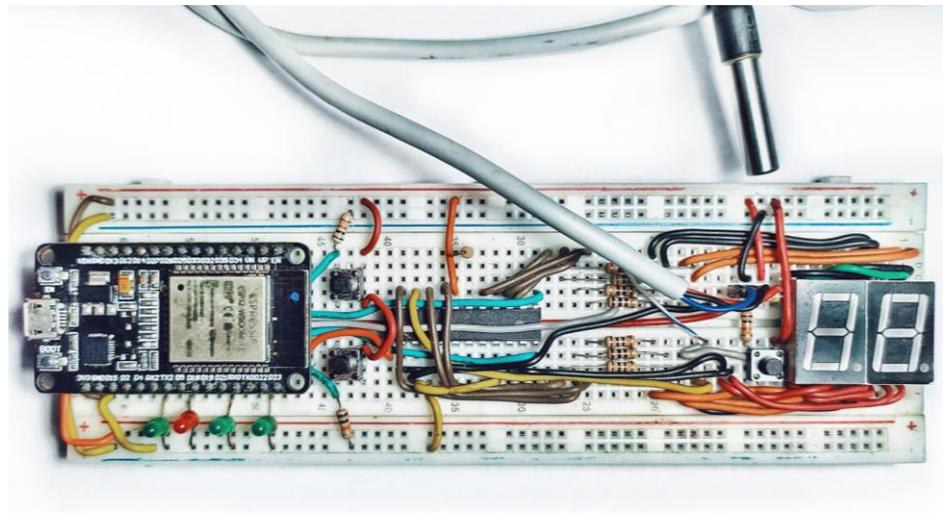


Fonte: Maxim Integrated (2019)

O protótipo conta ainda com um sensor de temperatura DS18B20, da Maxim Integrated®, responsável por fornecer os dados de temperatura ambiente (MAXIM INTEGRATED, 2003). Além disso, três botões foram adicionados para controle de processos envolvendo a conexão do dispositivo, sendo eles: Botão de rede *Access Point* (AP), responsável por criar um ponto de acesso através do *Wi-Fi* do ESP32 para que seja possível conectar-se a um smartphone por meio de um servidor *web* criado pelo próprio microcontrolador e passar os novos parâmetros de conexão via página HTML; Botão de *backup*, que tem a função de requisitar um valor salvo no placar e envia-lo ao *Broker*, tendo a função de teste de rede e conexão; Botão de *reset*, que se for pressionado por mais de 3 segundos reinicia o microcontrolador, servindo para cancelar uma nova conexão via rede AP, caso tenha sido acionada acidentalmente.

Para indicar os *status* de funcionamento do protótipo, quatro LED's (*light emitting diode*) foram adicionados, e apresentam funcionalidade de forma sequencial, onde o primeiro deles indica a situação do sistema de arquivos do ESP32, se estiver aceso indica que o sistema foi iniciado com sucesso e os *backups* poderão ser salvos com segurança. O segundo LED indica a falta de conexão com a rede, desse modo, se estiver aceso sinaliza que o protótipo está tentando se conectar, e caso apagado, se a rede AP for iniciada, torna a acender indicando desconexão do protótipo. O terceiro LED quando aceso indica que o sistema está conectado, e caso haja falta de rede começa a piscar indicando que o protótipo está tentando se conectar novamente. Por fim, o último LED indica o *status* de conexão com o *Broker*, dessa forma, quando aceso aponta que o sistema está vinculado de forma correta. A figura 3 mostra o protótipo do placar montado.

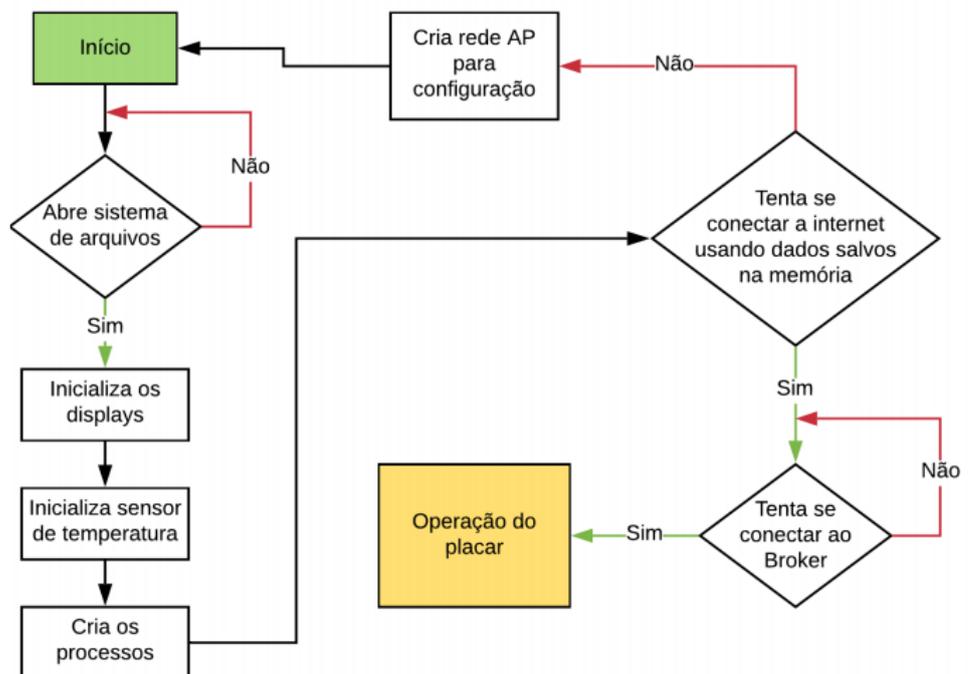
Figura 3- Protótipo do placar de tênis IoT



Fonte: Autoria própria (2020)

Ao iniciar, o protótipo abre o sistema de arquivos da memória *Flash* e em seguida estabelece a comunicação com os CI's responsáveis por realizarem o controle dos barramentos de *displays* e também com o sensor de temperatura. De forma sequencial, o microcontrolador então cria e aloca, na memória, as tarefas dos processos que serão realizados e contemplam as funções que desempenham toda a parte de controle do placar. A figura 4 ilustra o diagrama de blocos da inicialização do protótipo

Figura 4- Diagrama de blocos da inicialização do placar



Fonte: Autoria própria (2020).

Após estabelecer a conexão com a internet e o *Broker*, o placar está apto a receber informações sobre o jogo, além disso, o dispositivo salva periodicamente na memória *Flash* os dados de pontuação e tempo, como forma de protocolo de exceção, dessa maneira, caso haja falta de energia, as informações contidas no placar poderão ser recuperadas.

Os tópicos criados para a comunicação com o servidor estão listados a seguir:

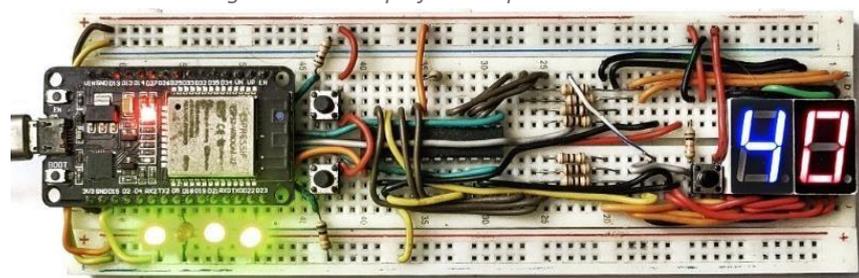
- Score\_A
- Set1\_A
- Set2\_A
- Set3\_A
- Score\_B
- Set1\_B
- Set2\_B
- Set3\_B
- Horas
- Minutos
- Segundos
- Inicio
- Zera
- Sacador
- Crono
- Backup

Essa estrutura de comunicação permite que o placar seja manipulado de forma objetiva, onde apenas o dado alterado é transmitido, diminuindo a largura de banda necessária para a comunicação do dispositivo com o servidor.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar de não ter toda a estrutura eletrônica do placar montada na *Protoboard*, todo o protótipo foi desenvolvido, e todas as funcionalidades foram testadas tanto nos *displays* disponíveis, quanto em visualização em tempo real das tarefas do microcontrolador através da comunicação serial, na figura 5 podemos ver o placar com os LED's indicando conexão com a internet e também com o *Broker* e mostrando o valor de pontuação do jogador A, enviado através do servidor.

Figura 5- Protótipo final do placar de tênis IoT



Fonte: Autoria própria (2020)

A aplicação de controle do placar está sendo desenvolvida em outro trabalho, onde o usuário poderá controlar o jogo de forma simples pelo celular, e além disso todo o histórico de pontos é salvo e pode ser compartilhado com mais pessoas. Para tal, está sendo utilizado o *Aedes*, um *Broker* escrito em *JavaScript* que pode ser executado como uma biblioteca do *Node.js*. Essa característica possibilita um maior controle sobre o funcionamento do servidor, como interceptar as mensagens enviadas ou bloquear o envio de uma mensagem baseado em alguma condição.

Mesmo em conexões ruins, o placar se mostrou muito responsivo, e com atualização quase instantânea dos valores, a aplicação de controle, mesmo ainda em desenvolvimento também apresenta boa estabilidade e com grande potencial para controle de vários placares.

## CONCLUSÃO

A tecnologia empregada nos esportes pode incentivar ainda mais pessoas a praticá-los, uma vez que aproxima a visão da prática do esporte aos grandes campeonatos oficiais, tornando-os mais profissionais e competitivos.

O desenvolvimento de um placar controlado pelo celular e com a capacidade de compartilhar as informações do jogo com pessoas que não podem assisti-lo no momento, faz com que seja um diferencial acessível no mercado esportivo não profissional.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária FA - Paraná/Brasil, juntamente com o suporte fornecido pela UTFPR. Agradeço ao meu orientador, Roberto Ribeiro Neli, e ao Jorge Rossi que desenvolve o controle do placar, além das demais pessoas que auxiliaram de alguma forma neste projeto.

## REFERÊNCIAS

DINIZ, E. H. Internet das coisas. GV EXECUTIVO. v. 5, n. 1, [S.l.], 2006. 59 p.

DUARTE, O. História dos esportes. SENAC. 6. ed. [S.l.], 2019.

ESPRESSIF SYSTEMS. Data Sheet: ESP32 Series: Specifications of esp32 family of chips. 3.3. ed. [S.l.], 2020. 62 p. Disponível em: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf). Acesso em: 17 ago. 2020.

JAFFEY, T. MQTT and CoAP, IoT protocols. 2014. Disponível em: [http://www.eclipse.org/community/eclipse\\_newsletter/2014/february/article2.php](http://www.eclipse.org/community/eclipse_newsletter/2014/february/article2.php). Acesso em: 17 ago. 2020.

MARTINS. I.R., ZEM, J.L. Estudo dos protocolos de comunicação MQTT e COaP para aplicações machine-to-machine e Internet das coisas. REVISTA TECNOLÓGICA DA FATEC AMERICANA. v. 3, n. 1, p. 24-24, [S.l.], 2015.

MAXIM INTEGRATED. Data Sheet: DS18B20: Programmable resolution 1-wire digital thermometer. 6. ed. [S.l.], 2019. 20 p. Disponível em: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. Data Sheet: MAX7219/MAX7221: Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers. 4. ed. [S.l.], 2003. 17 p. Disponível em: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7219-MAX7221.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MURARA, S.G., FERRO. M.T. O uso da tecnologia da informação nas competições de surf. 2013. Disponível em: <http://www.fluxexperiences.com.br/wpcontent/uploads/2010/07/12.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.