Sinalizador para Prática de Tiro com Arco em Ambiente de Salão Conectado a um Aplicativo Móvel utilizando Wi-Fi

Eng. Comp. Elcio Francisco Cossetti Filho[1], Eng. Eletric. Leonardo H. Gonsioroski[12], Eng. Eletric. Rogerio Moreira Lima Silva[12]

[1]Departamento de Engenharia da Computação – Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
CEP 65.070-628 – São Luís – MA – Brasil

[2]Doutor Engenharia Elétrica , área de concentração Eletromagnetismo Aplicado, linha de pesquisa Radiopropagação

{elciofilho@aluno.uema.br,gonsioroski@geticom.com,rogeriomls@gmail.com}

Abstract. *IoT applications are very diverse. In this paper we present a solution based on IoT and Mobile Computing applied to Archery sports practice. The solution includes hardware with a built-in microcontroller for safety sound and visual signaling and an Android-based application that uses IEEE 802.11 wireless local area networks to remotely control the beacon. As a result of the project, a prototype solution is presented that ensures the safety of competitors and at a much lower cost than commercially available solutions.*

Resumo. *As aplicações de IoT são muito diversificadas. Neste trabalho apresentamos uma solução baseada em IoT e Computação Móvel aplicada a prática esportiva de Tiro com Arco. A solução desenvolvida contempla um hardware com um microcontrolador embarcado para a sinalização sonora e visual de segurança e um aplicativo baseado em Android que usa as redes locais de comunicação sem fio, IEEE 802.11, para controlar remotamente o sinalizador. Como resultado do projeto, apresenta-se um protótipo de solução que garante a segurança dos competidores e com um custo muito inferior às soluções disponíveis no mercado.*

1. Introdução

O arco e flecha foi uma das primeiras ferramentas criadas pelo ser humano. Os primeiros indícios de sua utilização datam a pré-história, além de ser um objeto extremamente citado em registros envolvendo caça e guerra. Entretanto, com o advento da pólvora, o arco deixou os campos de batalha e tornou-se objeto de lazer dos nobres. Passou a ser usado em disputas de habilidades, originando a prática do esporte.

O Tiro com Arco é um dos esportes mais seguros que existem, tendo em média 5 a 20 vezes menos lesões do que esportes como futebol, badminton, tênis e golfe [Arizona Game e Fish Department 2017]. Isto se deve às normas de segurança estabelecidas para prática, como sinalização sonora e visual. Para realizar treinos e competições seguras, são necessários equipamentos de sinalização. Estes vão desde apitos e bandeiras até placares eletrônicos digitais. Os custos com dispositivos de sinalização eletrônica são muito altos e por essa razão não são utilizados em práticas

esportivas de salão. No Brasil, o acesso é ainda mais difícil, pois além da falta de recursos, existe o custo para importar este produto. Nesse contexto se insere tanto a variação cambial como também o custo de importação, podendo ser duas vezes o valor inicial do produto.

Com o objetivo de melhorar a sinalização deste esporte no cenário brasileiro, o Grupo de Estudos em Tecnologias da Informação e Comunicação, desenvolveu equipamento de baixo custo, capaz de se conectar a internet e sinalizar uma linha de tiro em ambiente de salão, podendo ser controlado por um smartphone pelo diretor de tiro, tanto em treino como em competição.

O projeto teve início com a escolha do microcontrolador mais adequado para a aplicação a ser desenvolvida. A escolha, a princípio, foi o Arduino Uno devido à grande disponibilidade em mercado e a facilidade de sua plataforma de programação.

Após o domínio do ambiente de programação do microcontrolador, foi pesquisado como o equipamento poderia se comunicar com outros componentes e então, foi escolhido o módulo ESP-8266EX com tecnologia Wi-Fi integrada. Esse modelo é extremamente versátil e permite integração com os *shields* utilizados com o Arduino.

Contudo, para que haja a conexão foi necessário escolher o protocolo de comunicação adequado. Foi escolhido o protocolo *HyperText Markup Language* (HTML), que possuía possibilidade de conexão com ambiente de desenvolvimento App Inventor para sistema Android. Por fim, foi desenvolvida a codificação do microcontrolador, atendendo aos requisitos normativos solicitados pelo projeto juntamente com o aplicativo de controle via celular.

Este trabalho apresenta os conceitos envolvidos e as principais etapas de construção do protótipo, que resultou em um processo de registro de software e um processo de registro de patente.

3. Tiro Com Arco

Como esporte, o tiro com arco teve sua primeira aparição nos jogos olímpicos de 1900. Também teve outras participações, mas se ausentou dos jogos por 52 anos devido à discrepância de regras ao redor do mundo. Em 1972, a categoria voltou aos jogos utilizando as regras adotadas pela *Federation Internationale* e *Tir A L'arc* (FITA), hoje *World Archery Federation* (WA). A prática do esporte pode ser dividida em dois polos: a prática em campo e a de salão. A categoria de salão permite a prática esportiva independentemente da situação climática local [World Archery 2017].

O esporte de tiro com arco pode ser definido como: "[...] a prática ou habilidade de usar um arco para atirar flechas. Isso significa que, como esporte requer diversas habilidades, dentre: precisão, controle, foco, repetição e determinação. Pode ser praticado por todas as idades e gêneros, por pessoas de diferentes habilidades e em vários lugares do mundo, independente do país ser desenvolvido ou não.

No tiro com arco, devem ser seguidas normas de segurança. Por exemplo, os arqueiros só podem disparar de uma linha específica no campo, chamada de "linha de tiro" ou *shooting line*, como na Figura 1 [Harvard Archery 2015], enquanto não há ninguém a frente dela ou dentro da "área de escape" do campo.

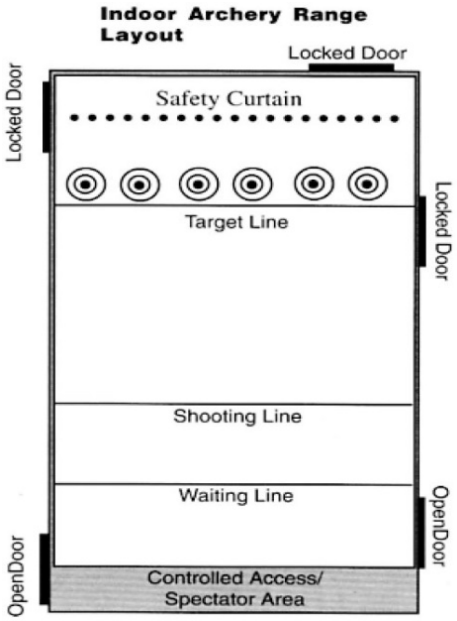

Figura 1. Disposição de campo em uma prova de salão

Os tiros também devem seguir uma ordem de disparo determinada por um "diretor de tiro" no campo, seja ela verbal ou em forma de apito ou sinal sonoro. Quando utilizado um apito ou um aparelho sonoro, deve-se seguir o padrão [Harvard Archery 2015]:

- Dois apitos para os arqueiros se dirigirem a linha de tiro e colocarem um pé de cada lado da linha;
- Um apito para os arqueiros na linha de tiro começarem a atirar suas flechas em direção ao seu alvo. Após terminarem de atirar suas flechas, os atiradores devem verificar se os competidores a sua frente e costa estão no meio de seu processo de disparo. Se não estiverem, devem sair da linha de tiro e esperar atrás da linha de espera;
- Três apitos para os arqueiros pararem de atirar suas flechas imediatamente. Também pode sinalizar permissão para os arqueiros buscarem suas flechas no alvo;
- Quatro ou mais apitos simbolizam além de parada imediata dos tiros, a existência de alguma emergência no campo, como, por exemplo, pessoas ou animais à frente da linha de tiro ou na área de escape, ou até fenômenos climáticos como furacão e trovoadas.

Existem outras normas de segurança referentes a vestimentas, equipamentos, retiradas de flechas do alvo, dentre outras. Porém, não serão abordadas neste artigo.

3.1. Provas de Tiro com Arco

As provas de campo são realizadas em ambientes abertos, ou seja, sofrem interferência do vento, sol e chuva. Nestas provas, atira-se um total de 72 flechas, mas enquanto os arqueiros de recurvo atiram a distância de 70 metros do alvo, os arqueiros de composto atiram a 50 metros.

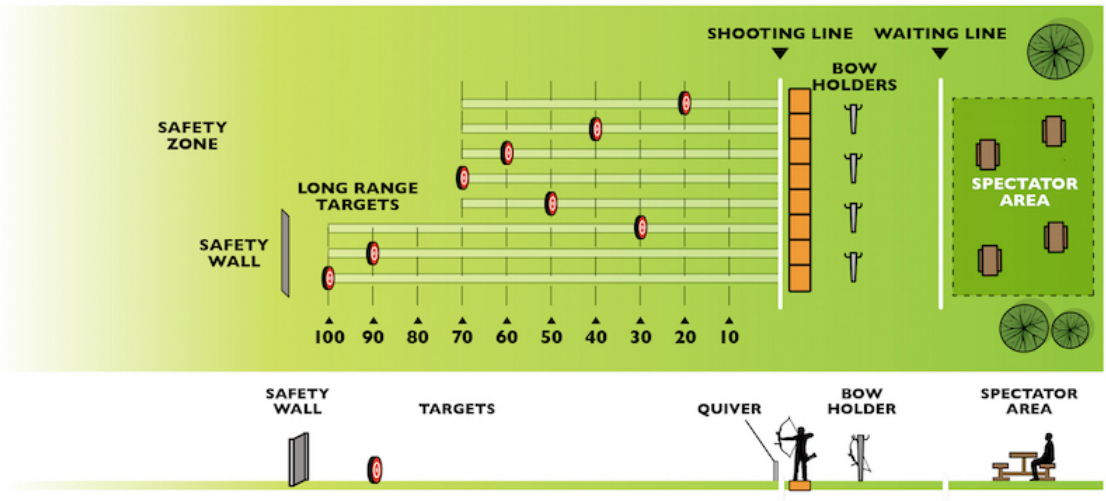

Figura 2. Disposição de campo em uma prova de campo aberto

É importante notar que, apesar de distâncias diferentes, os atletas atiram da mesma linha, mudando apenas posicionamento dos alvos, como pode ser constatado conforme a Figura 2 [ATA 2017].

Nas provas de salão, os atletas atiram em ambiente fechado, sem vento ou condições de tempo, utilizando iluminação artificial. Todas as categorias atiram 60 flechas a 18 metros utilizando a disposição simplificada, conforme a Figura 1. Este tipo de prova ficou popular em países com estações bem definidas, pois permite a prática em qualquer período do ano. Além disso, oferece uma logística atrativa, tornando-se mais simples de ser montada e tendo, também, a vantagem de utilizar um espaço menor.

4. Desenvolvimento do Hardware

Para que se possa entender qualquer desenvolvimento de produto, é necessário contextualizar sua tecnologia, ou seja, designar variáveis que possam gerar influência no desempenho e na atividade do que se está querendo desenvolver. Logo, os itens abaixo evidenciam a importância inserida ao tema, o qual condiciona as inovações ao nível dos processos do produto.

4.1 Arduino

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto. Foi projetada na Itália em 2005 com fins educacionais. Contudo, o sucesso foi tão grande que começou a ser utilizado em outras áreas por profissionais, estudantes e entusiastas [Arduino 2017].

O dispositivo consiste em um hardware e software de código aberto, tendo o intuito de ser facilmente utilizado, mas com capacidade de atender diversas demandas. Isto é possível graças a sua padronização e possibilidade de integrar outros instrumentos como, por exemplo, os shields (placas com função específica que se acoplam ao Arduino e adicionam diversas funcionalidades de acordo com objetivo do projeto desenvolvido).

Atualmente, no mercado existem placas compatíveis com Arduino. Estas não são produzidas na Itália, mas atendem as demandas do padrão de pinagem [Multilógica

2018]. A placa Arduino pode ser dividida em alguns blocos, conforme a Figura 3 [Basconcello 2012]:

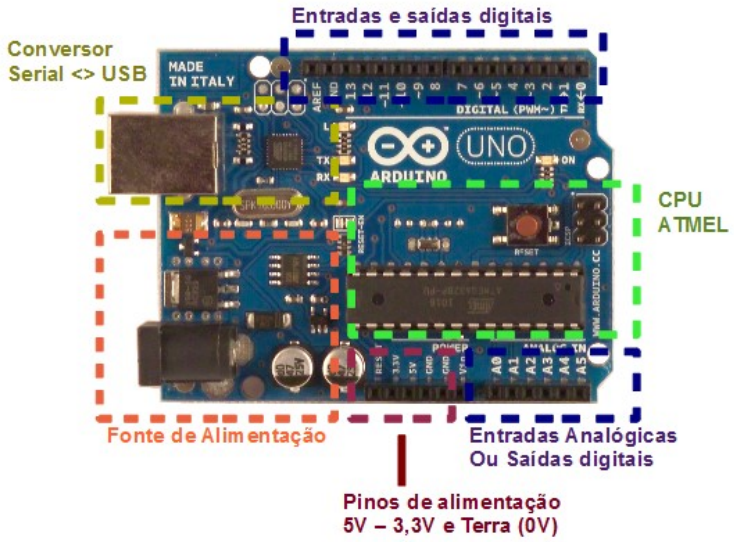

Figura 3. Blocos identificados de uma placa Arduino Uno

Assim, cada bloco tem componentes específicos para determinada função, como [Basconcello 2012], [Arduino 2017]:

- Entradas e saídas digitais - são pinos que receberão valor lógico 0 ou 1. Quatorze pinos podem assumir função de entrada ou de saída (a ser definido pelo programador). Seis desses pinos também podem ser utilizados para modulação de largura de pulso;
- Entradas analógicas e saídas digitais - são 6 pinos que podem receber um valor analógico, ou seja, assumem valores diferentes dependendo da tensão de entrada. Caso sejam utilizados para saída, trabalharão apenas com valores lógicos 0 ou 1.
- Pinos de alimentação - são pinos de 3,3V, 5V e 0V. São utilizados para alimentar componentes externos;
- Fonte de alimentação - bloco com os componentes de alimentação da placa;
- Conversor serial-usb - converte os sinais internos do dispositivo para o padrão Universal Serial Bus (USB). Como existe alimentação através do USB, também pode ser utilizado como entrada de alimentação do Arduino;
- CPU Atmel - central de processamento onde o microcontrolador da Atmel (ATmega328P) está situado. É importante destacar que diferentes modelos podem utilizar diferentes microcontroladores.

4.2 Wemos D1 R1

A empresa WEMOS (sediada na China e desenvolvedora de soluções de baixo custo em Internet das Coisas) criou uma placa: a WEMOS D1 R1 usando os conceitos do Arduino. Porém, substituiu o microcontrolador da ATmega por um chip ESP-8266EX

que possui Wi-Fi nativo. Essa mudança causa diferenças nas duas arquiteturas, mesmo a D1 R1 sendo compatível com Arduino.

Como observado na Tabela 2, a solução da WEMOS perde na quantidade de pinos disponíveis, o que impossibilita a utilização de alguns shields, e trabalha com uma tensão menor. Contudo, ganha em memória interna, velocidade de processamento e suporte à tecnologia Wi-Fi. O ESP-8266EX, com uma arquitetura de 32 bits, é muito utilizado pela indústria por possuir Wi-Fi embutido. Além disso, necessita de poucos circuitos externos, também tem baixo consumo energético e é robusto, suportando de -40 a +125°C [Espressif 2017].

Tabela 2. Comparação técnica entre as placas Arduino Uno R3 e WEMOS D1 e R1

Características	Arduino Uno R3	Wemos D1 R1
Microcontrolador	ATmega328P	ESP-8266EX
Tensão de operação	5V	3,3V
Pinos de entrada e saída Digital	14	11
Pinos de entrada analógica	6	1 (entrada máxima 3,2V)
Velocidade do *clock*	16MHz	80MHz/160MHz
Memória *FLASH*	32KB	4MB
Largura	68,6mm	68,6mm
Comprimento	53,4mm	53,4mm
Peso	25g	25g

5. Conexão Wi-Fi

Diferentes objetos precisam se comunicar para interagir entre si. Assim como as pessoas precisam de uma língua ou uma convenção de sinais para se entenderem, os sistemas computacionais necessitam de um protocolo e padrões para troca de informações. Um padrão presente na vida de muitas pessoas é o Wi-Fi.

Hoje, as redes sem fio locais são úteis e essenciais. Alguns autores reiteram essa afirmação e ainda adicionam outros elementos como, por exemplo "Em termos de hardware, as redes sem fios costumam ser as mais fáceis de instalar e manter" [Ciccarelli 2008]. Suas características permitem a mobilidade, flexibilidade e baixo custo da rede, o que acabou a tornando viável e popular tanto para usuários domésticos quanto para fins corporativos. Essa popularidade levou o IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) a criar um conjunto de normas chamado IEEE 802.11, mais conhecido como especificação do padrão Wi-Fi. Esse padrão herdou diversos componentes do "antigo" Ethernet 802.3 com o intuito de facilitar a conexão com outras LANs (*Local Area Network*) que seguissem o padrão Ethernet.

Apesar da facilidade e comodidade da tecnologia, faz-se necessário alguns requisitos para sua implementação como, por exemplo, cada dispositivo a ser ligado na rede precisa de um adaptador de rede sem fio. Caso a rede não seja ponto-a-ponto, é necessário a utilização de um ou mais pontos de acesso sem fio WAP (*Wireless Access*

Point) e uma faixa de frequência reservada. Para a tecnologia Wi-Fi, utiliza-se as frequências de 2,4GHz e 5GHz. Vale notar que outros aparelhos eletrônicos podem utilizar essas frequências, provocando interferências como, por exemplo, telefones sem fio e forno de micro-ondas.

A faixa de frequência também determina a taxa de transmissão, pois quanto maior a largura de banda, maior a velocidade de transmissão. Assim, é fácil pensar que a frequência de 5GHz seria superior, já que se obtém uma maior taxa de transferência. Porém, a transmissão de dados também é afetada pela atenuação, ou seja, o sinal vai enfraquecendo à medida que se afasta da fonte. Além disso, frequências mais altas são mais atenuadas que frequências mais baixas. Por isso, sinais na faixa de 2,4GHz conseguem um alcance maior e atravessam mais obstáculos, como paredes, do que as transmissões a 5GHz. Portanto, é necessário analisar cada situação.

Assim, a WLAN (*Wireless Local Area Network*) oferece a liberdade de deslocamento e o usuário pode manter sua conexão desde que se movimente dentro da área de cobertura de um ponto de acesso. Logo, caso não seja necessário um grande trafego de informação, pode-se optar pela faixa de 2,4GHz para aumentar a área de cobertura.

5.1. Protocolo HTTP

O *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) é um protocolo da camada de aplicação da rede mundial de computadores (web). Funciona através de um modelo cliente-servidor que utiliza sistemas finais diferentes para estabelecer o processo de comunicação. Esse modelo institui um padrão que permite a emissão e recepção de pacotes de informações (desde que atendam as definições e estrutura do protocolo HTTP) [Kurose 2013].

Utilizando uma URL (*Uniform Resourse Locator*), pode-se acessar um objeto, seja ele um arquivo HTML, imagem ou vídeo, através do HTTP. Cada URL tem dois componentes, o nome do hospedeiro de servidor e o caminho para o objeto dentro do servidor. Como exemplo tem-se o URL: “https://www.google.com.br/images/nav_logo242.png”, onde “www.google.com.br” é o nome do hospedeiro e “/images/nav_logo242.png” é o caminho para o objeto. Neste caso, uma imagem no formato PNG (*Portable Network Graphics*) [Kurose 2013].

O HTTP utiliza o *Transmission Control Protocol* (TCP) como seu protocolo de transporte. Sendo assim, o cliente primeiro inicia uma conexão TCP com o servidor, permitindo uma comunicação através das interfaces *sockets* do cliente e servidor. O cliente envia mensagem de requisição e recebe resposta HTTP através dessa interface. De modo análogo, o servidor recebe requisição e envia resposta HTTP. Enquanto essas mensagens trafegam entre os sockets, é o TCP que as maneja. Assim, é o próprio protocolo quem irá prover um serviço confiável de transferência de dados, já que o TCP se preocupará em dados perdidos, recupera-os e os reordena dentro da rede.

Além disso, existem alguns métodos a serem utilizados no HTTP. A maioria das requisições utilizam o método GET, consistindo em requisitar um objeto identificado na URL. Vale ressaltar, que um arquivo HTML pode conter referências a outros objetos, assim será gerado um GET para cada um desses objetos [Kurose 2013].

Isto pode acontecer de dois modos diferentes: com conexão persistente, quando o servidor mantém a conexão TCP aberta após enviar resposta (fechando-a depois de

um dado tempo de inatividade) e a conexão não persistente, quando o servidor encerra a conexão TCP após enviar uma resposta, gerando uma nova conexão a cada mensagem de requisição.

6. Proposta de um Sinalizador de Campo de Tiro com Arco em Salão

O dispositivo proposto deve sinalizar um ambiente de salão, como um ginásio ou quadra fechada, através de sinais sonoros que simulem um apito e sinais luminosos que simulem as bandeiras levantadas por um arbitro, de acordo com as regras da WA. Outro ponto importante é que seja de fácil uso, também possua um custo acessível e permita que seja utilizado em treinos e competições.

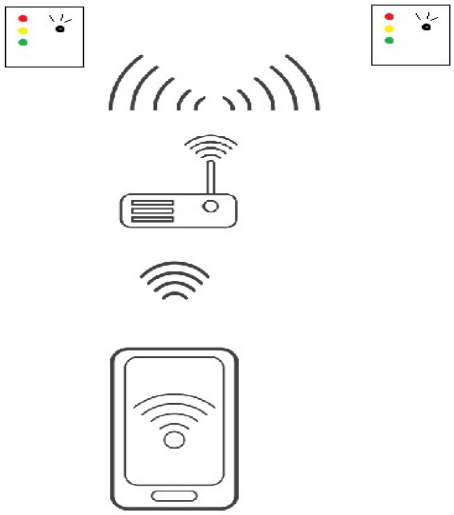

Figura 4. Transmissão de sinal de um terminal móvel para os sinalizadores Interface de Desenho do MIT App Inventor 2

Portanto, deve possuir uma interface utilizada pelo Diretor de Tiro, e ser visível e audível para os atletas. Assim, é necessário que exista um aparelho no lado direito onde os destros possam vê-lo de frente e outro no lado esquerdo para os canhotos.

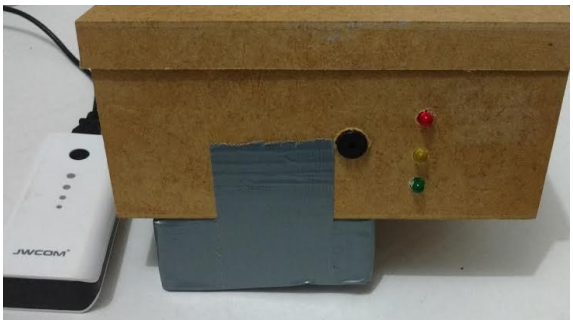

Figura 5. Caixa Sinalizadora com bateria externa

A Figura 4, mostra uma esquematização onde há um aparelho móvel que gera um sinal que será redirecionado pelo roteador para os sinalizadores de cada lado.

É importante notar que devido ao ambiente onde o dispositivo será utilizado (salão), ou seja, fechado, não se viu necessidade de ter uma iluminação maior do que a utilizada. A disposição dos LEDs segue as regras da WA, que indica o uso de sinal

luminoso vermelho mais alto, o amarelo intermediário e o verde na posição inferior [World Archery 2014]. Como na Figura 5.

6.1. Roteamento

O roteador utilizado é portátil e possui baixo consumo energético. Isso permite que também seja acoplado a uma bateria externa. O roteador é importante, pois criará a rede em que o aparelho móvel e o sinalizador irão se conectar. Além disso, o aparelho ajudará a aumentar o nível de sinal que chega em cada ponto, gerenciando a comunicação nessa rede local e oferecendo a segurança de acesso através da tecnologia WAP2 (*Wi-Fi Protected Access* 2). A Tabela 3 mostra quais configurações foram utilizadas no roteador, os IPs estáticos de cada sinalizador, frequência utilizada, tecnologia de encriptação de senha, enfim, informações necessárias para inicialização e conexão do dispositivo.

Tabela 3. Configuração utilizada no roteador modelo TL-MR3020

SSID	Link-WR502N
Senha	Utiliza tecnologia WAP2
Rede	192.168.1.1
Máscara	255.255.255.0
IP Sinalizador 1	192.168.1.2
IP Sinalizador 2	192.168.1.3
IP Aparelho móvel	Definido pelo DHCP
Intervalo do DHCP	192.168.1.100 a 192.168.1.254
Frequência	2,4GHz
Canal	Automático
Largura de Banda	20MHz

7. Computação Móvel

O sinalizador proposto precisa de alguma forma de controle. Assim, necessita de algum componente para iniciar seu procedimento. Como os sinalizadores ficarão a pelo menos 10m de distância do diretor de tiro, estender um fio físico para aproximar um botão para uso acrescentaria problemas na sua instalação e também acarretaria no problema de rompimento. Para isso, foi criado uma aplicação móvel no MIT *App Inventor* 2, com o intuito de prover botões de controle do sinalizador.

Na sua interface, Figura 6, colocou-se um botão para o tempo padrão de cada série na competição, sendo usado na etapa qualificatória e em algumas fases do combate. Também foram disponibilizados botões para controle do combate com tiro alternado em que cada atirador dispara uma flecha e passa a vez ao outro competidor. Existe também um botão de parada em casos de emergência ou até mesmo se os tiros se derem por encerrados antes do fim do cronômetro.

Toda vez que um botão no aplicativo é pressionado, é acionado um método GET do HTTP direcionado aos servidores *Web* configurados em cada sinalizador. Acontecendo as seguintes etapas para cada sinalizador [Kurose 2013]:

- O processo cliente HTTP inicia uma conexão TCP para o servidor dentro de cada sinalizador com o endereço usado;
- O cliente HTTP envia uma mensagem de requisição HTTP ao servidor através do socket associado com a conexão TCP (essa mensagem inclui o nome do caminho);
- O processo servidor HTTP recebe a mensagem de requisição através de seu socket associado a conexão, extrai o objeto indicado no caminho, armazena-o e, por fim, encapsula-o em uma mensagem de resposta HTTP para enviar ao cliente através de seu socket. Assim, cada sinalizador irá ler o caminho. Cada um identifica um procedimento a ser adotado, dentro do sinalizador, e é enviada a resposta HTTP com informações simples sobre o procedimento;
- O cliente HTTP recebe a mensagem de resposta. Neste caso, apenas um texto revelando qual procedimento foi adotado no servidor.

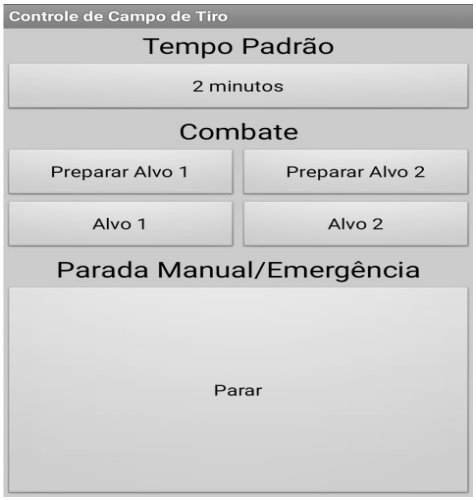

Figura 6. ***Interface simples e intuitiva da aplicação móvel para*** **Android**

É importante notar que, por default, é utilizado uma conexão persistente, ou seja, a conexão TCP gerada só será encerrada após um dado tempo sem utilização.

7.1. Programação da Wemos D1 R1

A placa foi programada como um servidor Web que receberá os comandos enviados pelo aplicativo móvel através do protocolo HTTP, e iniciará um procedimento de controle de tempo como definido nas regras da WA. A partir das regras de sinalização de segurança já discutidas, foram dispostas cada ação de sinalização e temporização em estados que definem o tempo de passagem para outros estados, sonorização e sinalização luminosa.

O fluxograma gerado pelo diagrama de estados pode ser sobreposto ao receber uma solicitação GET do protocolo HTTP vinda da aplicação móvel, como na Figura 7.

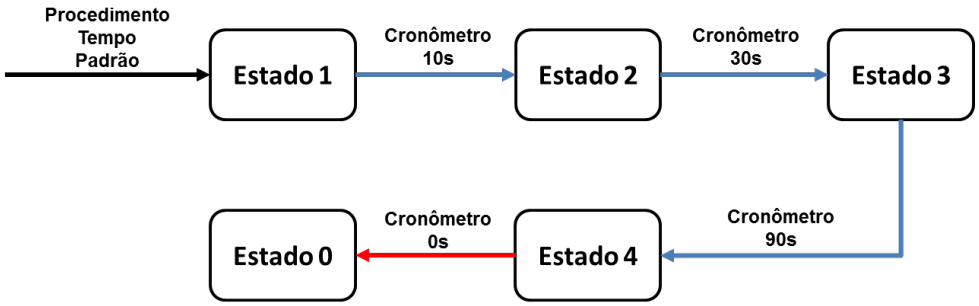

Figura 7. ***Fluxo ao apertar botão de tempo padrão***

Neste projeto os sinalizadores funcionam como dois *webservers* separados, o aplicativo direciona dois comandos, um para o IP do Sinalizador 1 e outro para o IP do Sinalizador 2.

8. Comparativo com Aparelhos do Mercado

Em pesquisa dos aparelhos encontrados atualmente no mercado, foram encontrados dois aparelhos com uso mais específico para o tiro com arco: o ChronoTir [Lancaster 2018] da ECVF Electronique [Eletronique 2018] e o Digital Timer da TAT System. As especificações técnicas de cada aparelho estão na Tabela 4.

Tabela 4. Comparativo entre equipamentos existentes no mercado e dispositivo desenvolvido

Equipamento	Projeto	ECVF Eletronique	TAT System
Controle	Aplicativo	Controle remoto	Controle remoto
Local de utilização	Salão	Salão e campo	Salão
Display de tempo	Não	Sim	Sim
Sinais Visuais	Sim	Sim	Não
Sinal Sonoro	Sim	Sim	Sim
Preço	Pode ser montado com menos de U$20,00	U$2499,99	U$499.99

Assim, embora o projeto não tenha um display de tempo e seja limitado a apenas um ambiente (como o da TAT System), mostra-se com um valor bastante reduzido. Além disso, outra vantagem do dispositivo construído é o controle via aplicativo, que pode ser modificado sem alteração de hardware.

9. Conclusão

Através deste trabalho deu-se início a um projeto que poderá ser ampliado, melhorado e comercializado para aplicação em competições de tiro com arco visando a melhor organização de competições e treinos. Essa ferramenta facilitará a vida dos atletas e organizadores de eventos esportivos, uma vez que padronizará os procedimentos adotados em torneios, evitando disputas e controvérsias.

Para isso, criou-se um equipamento baseado em microcontroladores (Arduino compatível) e redes de comunicação sem fio (Wi-Fi) ligado a uma bateria, o que permite uma maior mobilidade e alcance, evitando preocupações com fios e pontos de alimentação elétrica. O custo do aparelho também se mostra um diferencial, pois chega a ser vinte e cinco vezes menor em relação aos produtos já existentes no mercado.

Entretanto, o aparelho não possui um display de tempo como outros dispositivos, o que apesar de não ser essencial para atender às normas do esporte ainda configura um diferencial dos produtos disponíveis no mercado.

Para trabalhos futuros podem-se desenvolver melhorias de funcionalidade para o sistema, como, por exemplo: a inserção do display numérico (para função de cronômetro) ajudaria os atletas a controlarem melhor seus tempos, a utilização do Flutter ao invés do MIT App Inventor para criação de aplicações multi-plataformas e, assim, aumentar ainda mais a gama de aparelhos que podem ser usados; alterações para sinalizar competições em ambiente ao ar livre (competições de campo); ampliação dos requisitos de cibersegurança.

Como resultado deste trabalho ainda foi possível dar entrada em dois processos de propriedade intelectual: um processo de registro de software e um processo de registro de patente. O depósito da patente tipo Modelo de Utilidade no INPI nº BR BR10201902486 sob o título "DISPOSITIVO SINALIZADOR PARA PRÁTICA DE TIRO COM ARCO EM AMBIENTE DE SALÃO" e o registro de software no INPI nº BR512018052118-5 com o título "SCCT-Sistema Controlador de Campo de Tiro".

Referências

Pressman, R. S. (2011), Engenharia de Softrware: uma Abordagem Profissional, AMGH, 7ª Edição.

World Archery (2017) “Archery at the Olympic Games”, https://worldarchery.org/archery-olympic-games, Junho.

Harvard Archery (2015) “How to Shoot”, http://www.hcs.harvard.edu/archery/howtoshoot, Junho.

Arduino (2017) “Arduino - Introduction”, https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction, Junho.

Espressif (2017) “ESP8266”, https://espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview, Junho.

Arizona Game and Fish Department (2017) “Arrow Sport Insight”, http://www.azgfd.gov/pdfs/i_e/archery/ArcherySafetyInsight.pdf, Junho.

ATA (2017) “ATA - Archery Trade Association . Features To Consider For Your Community Archery Park” https://www.archerytrade.org/news/features-to-consider-for-your-community-archery-park, Junho.

Basconcello Filho, D. O. (2012) “Curso Arduino Hardware. Robotizando” http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_hardware_pg3.php, Junho.

Ciccarelli, P. e Miller, F. (2008), Princípios de Rede. LTC, 1º Edição.

Eletronique (2018) “Eletronique” http://www.ecvf-electronique.com/en/chronotir, Janeiro.

Kurose, J. e Ross, K.W. (2013), Redes de Computadores e a Internet: Uma abordagem top-down. Pearson Education, 6º Edição.

Lancaster (2018) “Lancaster” http://www.lancasterarchery.com, Janeiro.

Multilógica Shop (2018) “Arduinos originais” https://multilogica-shop.com/arduino/originais, Janeiro.

Pokress, S.C. e Veiga, J.J.D. (2013) “MIT App Inventor Enabling personal mobile computing” https://arxiv.org/pdf/1310.2830v2.pdf, Junho.

World Archery (2014) “Archery” https://worldarchery.org/Archery, Junho.

World Archery (2014) “Rules” https://worldarchery.org/Rules, Julho.

World Archery (2014) “Target Archery” https://worldarchery.org/Target-Archery, Junho.

SILVA, R. M. L.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. ; COSSETTI FILHO, E. F. . SCCT-Sistema Controlador de Campo de Tiro. 2018. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512018052118-5, data de registro: 14/11/2018, título: "SCCT-Sistema Controlador de Campo de Tiro" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

COSSETTI FILHO, E. F. ; SILVA, R. M. L. ; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. . DISPOSITIVO SINALIZADOR PARA PRÁTICA DE TIRO COM ARCO EM AMBIENTE DE SALÃO. 2019, Brasil. Patente: Modelo de Utilidade. Número do registro: BR10201902486, título: "DISPOSITIVO SINALIZADOR PARA PRÁTICA DE TIRO COM ARCO EM AMBIENTE DE SALÃO" , Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 26/11/2019