

Plataforma de Monitoramento Esportivo

Arthur Simões Gonzaga e Victor Martins N. Luz

Resumo—Este projeto visa criar uma plataforma embarcada de monitoramento esportivo, que realize a aquisição de dados corporais e de movimentação do usuário em tempo real, de modo a efetuar uma análise qualitativa do desempenho do atleta alvo.

Keywords—Sistemas Embarcados, Wearable, Antropometria, Raspberry Pi, Linux

I. INTRODUÇÃO

Na última década, o dinamismo da evolução tecnológica pela qual a sociedade passa deixa de ser representado apenas por seus legados capitais, como o telefone, a internet, as impressoras, e rumo para nichos tidos até então como "indissociados" desse movimento de evolução, seguindo um processo contínuo de difusão. A busca pela otimização de processos e performances ganhou no desenvolvimento tecnológico um forte e versátil aliado, e o mundo esportivo, por exemplo, começa a experimentar o potencial da tecnologia como mais uma ferramenta para o aumento do rendimento dos atletas. Sem deixar de lado os tradicionais cuidados com o treino, condicionamento físico e alimentação, a tecnologia chega ao esporte para aprimorar o trabalho do atleta e equipe técnica, oferecendo novas possibilidades táticas e estratégicas capazes de agregar melhorias ao desempenho, seja qual for a modalidade.

No futebol não é diferente. A partir dos anos 60¹, a preocupação de tirar a sobrecarga de responsabilidades do técnico de futebol e melhorar o rendimento dos atletas resultou na formação das primeiras comissões técnicas, que no decorrer das décadas viraram padrão para times de alto rendimento. Essas equipes, que de início focavam na figura do preparador físico, passaram a envolver profissionais de diversas áreas, da tática à psicologia, com o objetivo de atender a diversidade de demandas dos atletas e do esporte, contribuindo para o sucesso das equipes nas competições.

Atualmente, soma-se a todo esse trabalho especializado o uso de tecnologias para avaliações mais rápidas e eficazes do desempenho dos atletas e das táticas de equipe, contribuindo de forma mais ostensiva na prevenção de lesões, correção de posicionamentos táticos, avaliação das transições de jogos e revisão do comportamento geral do time. Vale salientar que o uso de meios tecnológicos não está restrito aos times, e hoje tem peso para alterar o resultado de um jogo. A arbitragem, além de dispor de um sistema de comunicação entre os componentes da equipe, tem agora a possibilidade de utilizar recurso de vídeo (e *software* que processa esse imageamento) para definir a ocorrência de um gol. Esse sistema foi utilizado

em um jogo entre as equipes da França e da Espanha², em que árbitro utilizou do recurso tecnológico para anular um gol da equipe francesa.

O uso do sistema de posicionamento global para fins de acompanhamento de movimentação localizada é tão recente quanto o uso geral do GPS. Apenas dois anos após a disponibilização da rede (em 1995), os primeiros estudos sobre a precisão do sistema para caracterizar a locomoção humana foram publicados.³ O primeiro dispositivo comercial a utilizar a tecnologia foi lançado em 2003, e desde então vem sendo introduzido em esportes de campo aberto, como o futebol, o rugby, o hóquei e o tênis.⁴

Atualmente, muitos times brasileiros de futebol já introduziram o uso de tecnologia GPS⁵ para mapear a movimentação dos atletas durante os treinamentos e jogos, afim de melhor qualificar os treinamentos, proporcionando uma intervenção mais dinâmica e personalizada para o perfil e particularidades de cada jogador.



Figura 1. Utilização de GPS por jogadores de futebol

²"Vídeo-árbitro "trama" França por duas vezes na derrota frente a Espanha", O Jogo, 2017. [Online]. Available: <http://www.ojogo.pt/internacional/noticias/interior/video-arbitro-anula-golo-agriemmann-no-franca-espanha-5755641.html>. [Accessed: 03- Apr- 2017].

³R. Aughey, "Applications of GPS Technologies to Field Sports", International Journal of Sports Physiology and Performance, vol. 6, no. 3, pp. 295-310, 2011.

⁴Julen Castellano; David Casamichana, "Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): Aplicaciones y limitaciones", Revista de Psicología del Deporte, vol. 23, no. 2, pp. 355-364, 2014.

⁵"Tecnologia em "top" de jogadores de futebol gera brincadeira, mas é coisa séria.", Canaltech, 2017. [Online]. Available: <https://canaltech.com.br/noticia/gps/tecnologia-em-top-de-jogadores-de-futebol-gera-brincadeira-mas-e-coisa-seria-61281/>. [Accessed: 03- Apr- 2017].

¹"A Evolução das Comissões Técnicas no Futebol", Caderno de Campo, 2017. [Online]. Available: <https://cadernodecampo.com/2008/09/11/evolucao-das-comissoes-tecnicas-no-futebol/>. [Accessed: 03- Apr- 2017].

A. Revisão Bibliográfica

O monitoramento esportivo vem ganhando espaço e ainda não é uma tecnologia acessível a todos os atletas do time. Todavia, o tema vem sendo abordado em artigos científicos, sempre relacionados à utilização para medidas antropométricas.

Artigos de referência do assunto são: *Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): Aplicaciones y limitaciones*, desenvolvido por Julen Castellano e David Casamichana e; *Applications Of GPS Technologies to Field Sports*, de Robert J. Aughey. Porém, estes artigos tratam somente da importância da utilização desta tecnologia no esporte e não na construção de um dispositivo/plataforma de aquisição de dados.

B. Objetivos e Requisitos

Este projeto almeja modelar e construir uma plataforma embarcada, que possa ser utilizada por um jogador de futebol ou qualquer outro esporte a céu aberto, com o intuito de mapear a sua posição, informando a uma terceira pessoa, dados qualitativos sobre o seu posicionamento no campo.

Os requisitos abrangem três etapas de funcionamento do protótipo: a coleta de dados do GPS que deve ser feita, afim de buscar dados sobre o posicionamento; o estabelecimento de uma comunicação com um computador externo, com o propósito de exibição de dados e avaliação em tempo real (a partir da geração de mapas de calor ou estatística de em qual local do campo o atleta mais se posicionou, por exemplo); e por fim, o dimensionamento do consumo energético da plataforma, tendo em vista a preocupação com a eficiência do consumo do dispositivo, que requer um tempo de utilização grande.

Além das estatísticas advindas diretamente do *tracking* GPS, é possível obter outros dados úteis para a avaliação de performance de um atleta, como um levantamento dos dados de velocidade ou aceleração desenvolvidas pelo jogador ao longo do treinamento.

O *hardware* a ser desenvolvido é caracterizado pela integração de sensores, incluídos neste o módulo GPS, e de um computador *Raspberry Pi* para o processamento de dados e gerenciamento da comunicação com o dispositivo em que serão exibidas as informações. Tanto o sensoriamento, quanto o *Raspberry* serão embarcados em um *wearable*, visando a portabilidade do sistema e o conforto do atleta sob monitoramento.

A difusão tecnológica, além de buscar novas áreas de atuação, também se expande atingindo novos públicos. Dispositivos que desempenham esse tipo de monitoramento, utilizados pelos clubes de futebol, envolvem tecnologia e fabricação estrangeiras, fato que agrega custos de tributação e transporte ao já elevado preço do equipamento. O desenvolvimento dessa plataforma visa obter um custo moderado de projeto, pelo qual clubes de pequeno porte ou até mesmo amadores possam pagar para dispor dessa tecnologia, tornando-a mais acessível.

Além disso, o time de futebol da Universidade de Brasília, tem um departamento de análise, o qual pode muito bem utilizar da tecnologia desenvolvida para qualificar suas análises e apontar as dificuldades a serem tratadas.

Em uma procura de como o mercado desta tecnologia se comporta, achou-se uma empresa brasileira, GPS Pro Soccer,

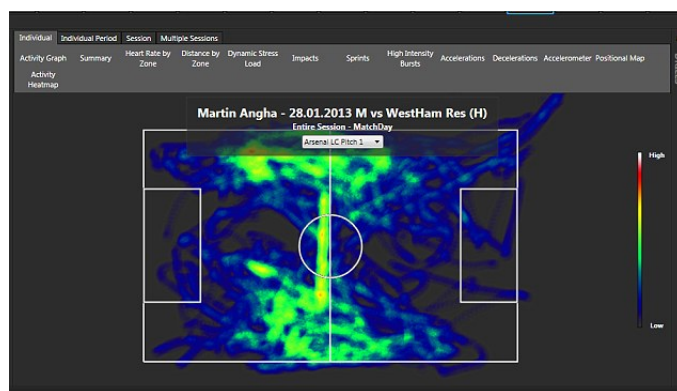


Figura 2. Exemplo de Mapa de Calor

que desenvolve produtos próximos ao qual irá se desenvolver, todavia, o custo dos equipamentos é elevado, ficando em torno de R\$ 5000,00⁶ para cada monitor, sendo de acesso local, somente. Algumas outras empresas internacionais também trabalham com plataformas parecidas. A SPT desenvolve a solução junto ao coleto por um preço de 249,99 dólares⁷, porém, o equipamento é importado (este preço não inclui taxas e impostos) e não gera os dados em tempo real, o que torna o nosso produto competitivo no mercado.

C. Funcionalidades e Software Embarcado

O *Raspberry Pi*, diferentemente de microcontroladores potencialmente utilizáveis para realizar esse projeto, permite o *multitasking* do *software* nele embarcado. Essa característica é importante para a coordenação de vários subsistemas úteis para solucionar o problema a que o sistema se propõe a lidar. Especificamente para este projeto, faz-se necessário gerenciar a obtenção de dados de posicionamento, realizar sua interpretação, lidar com conexões de Internet e enviar essas informações para um servidor, onde será armazenado o *backlog* de dados, formando um histórico de informações acessível remotamente.

Caracterizado como a interface do sistema, o servidor permite a exibição dos dados ao usuário, sendo constantemente alimentado com novas informações caso o sistema esteja em operação, gerando um banco de dados de levantamentos estatísticos e gráficos. Ao utilizar uma solução já disponível para a interface de servidor, o *Flask*, pode-se tornar o *Raspberry* em um servidor *python*, possibilitando a criação de *backlogs* e o uso de *scripts* em html, css ou mesmo a própria linguagem *python* para desenvolver as interfaces gráficas. Um dos *scripts* html utilizados tem seu código fonte disponibilizado gratuitamente pelo Google⁸, sendo responsável por mapear,

⁶P. Sistemas, "GPS PRO SOCCER-GPS Pro Soccer-Sistema de gerenciamento de atletas de futebol", Gpsprosoccer.com.br, 2017. [Online]. Available: <http://gpsprosoccer.com.br/gps-pro-soccer/>. [Accessed: 04- Apr- 2017].

⁷S. Vest, "SPT Pack (GPS + Vest) - SPT", Sportsperformancetracking.com, 2017. [Online]. Available: <https://www.sportsperformancetracking.com/product/spt-pack-gps-vest/#w3mliem20adi2tVW.97>. [Accessed: 04- Apr- 2017].

⁸"Google Maps API's - Heatmaps", Google, 2017. [Online]. Available: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/examples/layer-heatmap?hl=pt-br>. [Accessed: 06- May- 2017]

por incidência, latitudes e longitudes na plataforma do *Google Maps*, gerando mapas de calor de posicionamento, oferecendo uma interface de fácil compreensão e análise.

Dispondo desse ferramental, foi possível criar uma página web que utiliza dos pacotes *RPi.GPIO* para leitura de valores do *Raspberry*. De modo a testar essa interação entre servidor e hardware, fez-se a leitura de valores nas GPIO do *Raspberry* com sucesso, sendo essas informações passadas para a interface html, que exibe o valor atual no site. Além disso, a partir de um banco de dados de latitudes e longitudes, gerou-se um mapa de calor de posicionamento.



Figura 3. Testes de interface com servidor.

D. Descrição de Hardware

Para tornar operacionais as etapas de funcionamento propostas para o sistema, o equipamento embarcado em conjunto com o *Raspberry Pi* precisa atuar em pelo menos duas grandes frentes: Obtenção de dados de localização e integração do sistema a uma conexão de Internet, considerando que um sistema WiFi de Internet que forneça cobertura integral a um campo de futebol, por exemplo, exige uma estrutura mais robusta e custosa quando comparada a instalações domiciliares, considera-se utilizar uma conexão via redes móveis de telefonia, de modo a garantir a flexibilidade de locações para o uso do *wearable* e não demandar pré-requisitos estruturais para a operação do sistema. Considerando esses aspectos, a proposta inicial de sistema visa obter conexão de internet por redes móveis e dados de latitude e longitude do dispositivo a partir de um módulo GSM/GPRS.

Com o módulo GSM/GPRS *Quad-Band SIM800L*, desenvolvido pela *SimCom Wireless Solutions*, fornece a possibilidade de acesso à internet via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e, utilizando comandos AT ⁹ (ou de *Hayes*, comumente usados no controle de modems) para controlar o módulo, também é possível obter a localização do aparelho, assim como acontece com os telefones celulares. Dispor de conexão com a Internet e de um sistema de obtenção de localização em um mesmo módulo torna o projeto mais compacto, sem que haja perda de funcionalidade. A exigência de uma conexão com redes de telefonia móvel para o funcionamento do módulo não compromete a acessibilidade tecnológica prevista na concepção do projeto, visto que 98% da população

brasileira está em áreas de cobertura de telefonia móvel (3G).¹⁰

Contudo, o uso de um módulo GPS dedicado não está descartado, visto que com este seria possível obter de forma mais direta outras informações de relevância considerável para um estudo esportivo. O módulo GPS *U-blox NEO-6M* ¹¹, comumente utilizado para projetos que requerem soluções GPS, além de oferecer informações de latitude e longitude, gera dados de velocidade e possui memória EEPROM para armazenamento de dados e um conjunto próprio baterias.

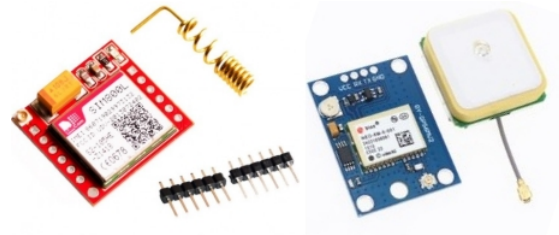


Figura 4. Módulos de obtenção de dados para o sistema. À esquerda, módulo GSM/GPRS SIM800L; à direita, módulo GPS NEO-6M.

Para implementar o servidor de interface com os dados, o uso do WiFi nativo da placa *Raspberry* foi inicialmente mantido, com o dispositivo sendo tornado em um *access point* para que um aparelho externo com conectividade WiFi (Computador, Tablet, ...) também possa acessar o *Raspberry* como cliente, e obter as informações do servidor.

A nível de dispositivos e suas integrações no sistema, considerando o uso dos módulos GSM/GPRS ou GPS dedicado, estabelece-se o fluxograma inicial da plataforma embarcada:

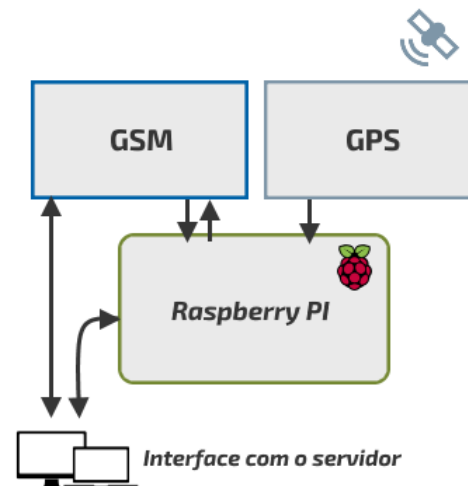


Figura 5. Esquema de Integração de dispositivos no sistema.

⁹"AT Command Set". [Online]. Available: <http://knoow.net/ciencinformtelec/informatica/at-command-set/>. [Accessed: 06- May- 2017]

¹⁰"População coberta com tecnologia 3G (WCDMA) no Brasil", Teleco, 2017. [Online]. Available: www.teleco.com.br/3G-cobertura.asp. [Accessed: 05- May- 2017]

¹¹"NEO-6 U-blox 6 GPS Modules DataSheet", U-blox, 2011. [Online]. Available: <https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6-DataSheet-%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf>. [Accessed: 05- May- 2017]