SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA VEÍCULOS DO TIPO BAJA

Marcos Vinícios Nunes Angelino [1] (marcosangelino199@gmail.com), Matheus Felipe Rodrigues [1] (matheus29felipe@hotmail.com), Lara de Souza Gomes [1] (laragomesj5@gmail.com), Joana Morelato Padilha [1] (joanpadilha@hotmail.com), Flávio Neves Teixeira [2] (flavio@ufsj.edu.br)

[1] Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Campus Santo Antônio; DEPEL
[2] Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); Campus Santo Antônio; DCTEF

RESUMO: A telemetria tem um papel importante na análise de desempenho dos veículos construídos para competições baja. *Neste estudo foi apresentado o sistema tecnológico de monitoramento a distância utilizado pela equipe Komiketo Baja UFSJ. O objetivo desse projeto, é averiguar um sistema de transmissão de dados, no qual deve captar informações de uma forma eficiente, a fim de estabelecer estratégias durante as provas e com isso, melhorar o desempenho da equipe. Deste modo, foram analisados os tipos de rede de comunicação, nos quais são compatíveis em um protótipo off road, e também, seu respectivo funcionamento e sua influência na transmissão de dados. Adiante, foi definido o conceito de um sistema de monitoramento e os módulos que compõem essa rede foram apresentados. As funções desses dispositivos são alteradas de acordo com o trabalho a ser executado e as necessidades do projeto. Por fim, foram averiguados parâmetros necessários para a escolha de uma antena de transmissão, e o componente priorizado, assim, completando os principais elementos e etapas apresentados no conteúdo, para se obter o método de transmissão mais adequado para a equipe.*

PALAVRAS-CHAVE: *MONITORAMENTO, COMUNICAÇÃO, XBEE, MÓDULOS, ANTENA.*

MONITORING SYSTEM FOR BAJA VEHICLES

ABSTRACT: Telemetry have an important role in analyzing the performance of vehicles built for basic competitions. *This study presents the technological remote monitoring system used by the Komiketo Baja UFSJ team. The objective of this project is to investigate a data transmission system, in which it must capture information in an efficient way, in order to establish strategies during the tests and improve the team`s performance. In this way, the types of communication network were analyzed, in which they are compatible in an off road prototype, and, their respective functions and their influence on data transmission. Ahead, the concept of a monitoring system was defined and the modules that make up this network were presented. The functions of these devices are changed according to the work of the Project. Finally, the necessary parameters for the choice of a transmission antenna were investigated, and the prioritized component, thus, completing the main elements and steps presented in the content to obtain the most appropriate transmission method of the team.*

KEYWORDS: *MONITORING, COMMUNICATION, XBEE, MODULES, ANTENNA*.

1. INTRODUÇÃO

O projeto baja é uma atividade extracurricular de engenharia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). O propósito da equipe é construir um veículo *off road* do tipo baja que esteja apto a participar das competições desenvolvidas pela Sociedade dos Engenheiros da Mobilidade (SAE). A organização avalia o projeto em diversas provas e etapas que englobam todo o desenvolvimento e performance do protótipo construído. Para auxiliar no desempenho da equipe e na capacidade de estabelecer estratégias durante as provas, o setor de eletrônica, responsável pelo sensoriamento do veículo, buscou conhecimentos sobre a implantação de um sistema de monitoramento a distância que apresentasse uma transmissão satisfatória de dados em um ambiente de competição.

2. SISTEMAS DE MONITORAMENTO

2.1. Conceito

O processo de monitoramento possui o objetivo de atribuir redes entre dispositivos que realizam o envio de dados e informações por meio de ondas eletromagnéticas.

2.2. Tecnologias de Comunicação

As tecnologias de comunicação podem ser definidas como um conjunto de recursos conectados de forma integrada com o objetivo de realizar a emissão de informações de forma eficiente. Para esta ação, são desenvolvidos *hardwares e softwares* que permitem a operação. As redes são utilizadas em indústrias que necessitem de um processo de interação e gerenciamento de qualidade, a fim de obter melhores resultados. A seguir, serão especificadas algumas tecnologias aplicadas para desenvolver um sistema de monitoramento a distância.

2.2.1. Bluetooth

O *bluetooth* foi o primeiro meio de transmissão analisado. Sua rede é convencionada por ondas de rádio, possibilitando a comunicação entre dispositivos que estão próximos. Essa tecnologia foi projetada para possuir um baixo consumo de energia e ser utilizada em transmissão de mídias e controle de dispositivos. O alcance é caracterizado pela classe à qual o *bluetooth* pertence.

- Classe 1 - potência máxima de 100 mW (20 dBm), e alcance de até 100 m;
- Classe 2 - potência máxima de 2,5 mW (4 dBm), e alcance de até 10 m;
- Classe 3 - potência máxima de 1 mW (0 dBm), e alcance de até 1 m.

Os mecanismos não precisam estar no mesmo campo de visão um do outro. No entanto, a potência deve ser suficiente para que os dados sejam enviados e recebidos com êxito.

2.2.2. Wifi

A segunda opção avaliada foi o *wifi*, sendo a mais utilizada para o envio de dados. Os aparelhos com essa capacidade oferecem conexões aos domicílios, empresas e espaços públicos, baseados no padrão IEEE 802.11, que atua em faixas periódicas que não necessitam de licença para instalação ou operação.

A frequência mais utilizada é a de 2,4GHz, que emite ondas capazes de fornecer e transmitir dados a curta distância. Para essa rede obter maior alcance, repetidores podem ser adicionados com o intuito de intensificar o sinal. Entretanto, o *wifi* está suscetível a sofrer interferências de outros dispositivos que operam na mesma faixa de oscilação, como por exemplo, satélites e aparelhos celulares.

2.2.3. Zigbee

O Zigbee é uma tecnologia *wireless* com baixa taxa de transmissão de dados que emite ondas de rádio frequência. Esse estabelecimento é feito por meio da utilização de *hardwares* compactos, denominados módulos, em que, os elementos podem exercer funções de coordenação, dispositivos finais e roteamento, possibilitando a atuação em diferentes topologias de rede, tornando-a maleável para diversas aplicações. Essa tecnologia possui um baixo consumo de energia, grande capacidade de interação e uma boa imunidade contra interferências devido ao seu PAN ID específico para cada módulo.

2.2.4. Comparação das Tecnologias de Comunicação

Na Tabela 1 são encontradas todas as especificações e parâmetros considerados fundamentais para a aplicação do monitoramento na equipe.

TABELA 1. Comparação entre as tecnologias de comunicação.

Tecnologia	Consumo	Alcance	Frequência	Segurança
Bluetooth	Baixo	100 m	2,4GHz	Alta
Wifi	Alto	100 m	2,4GHz; 5GHz	Baixo

Zigbee	Baixo	18000 m	868MHz; 915MHz; 2,4GHz	Alta

Fonte: Autoria própria.

O regulamento da competição exige que o subsistema de elétrica possua uma bateria capaz de alimentar todos os componentes eletrônicos durante um período mínimo de quatro horas. Portanto, o consumo baixo do mecanismo de conferência seria fundamental para que o descarregamento da bateria seja mais lento. Para o alcance, foi considerada a distância entre o operador e o posicionamento do protótipo no decorrer das provas.

Observou-se que os dados móveis e celulares interferem na frequência de 2,4 GHz, desse modo, prejudicando a propagação de dados. A segurança, por sua vez, é relacionada com a quantidade de equipes que estariam utilizando uma metodologia de fiscalização em seus veículos. Um grande número de ondas eletromagnéticas em período similar, pode acarretar uma perda de sinal, tornando-o inoperante. Logo, a rede a ser utilizada deve apresentar uma imunidade contra interferências para que opere de forma eficiente e satisfatória. O protocolo Zigbee possui as características mais adequadas para a aplicação durante as provas da competição.

Em cada projeto pode-se definir de forma lógica a relação entre os componentes com o intuito de garantir uma transferência de dados precisa. Na Figura 1, está a representação de cada rede e seus respectivos mecanismos. Os círculos pretos representam os aparelhos coordenadores de rede, os azuis exemplificam os roteadores e os vermelhos os aparatos finais.

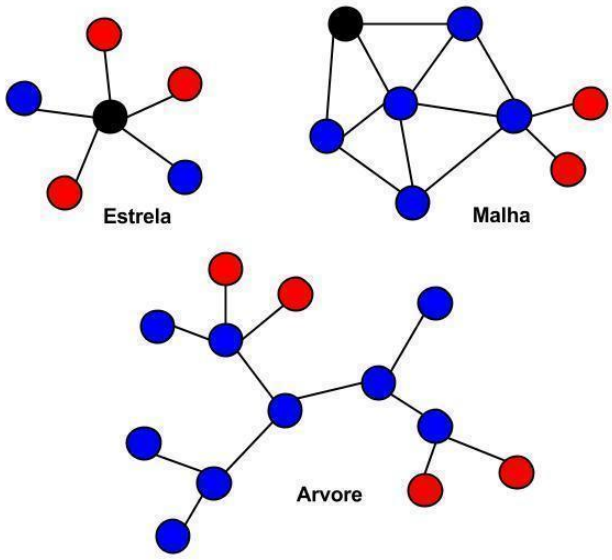


FIGURA 1. Topologias de rede. Fonte: Drechsler (2018).

- **Estrela** – Apresenta uma configuração simples pois contém apenas um coordenador e diversos elementos finais.
- **Malha** – Possibilita o ajuste automático de um novo instrumento oferecendo flexibilidade a rede estabelecida.
- **Árvore** – Formada por sub-redes que transmitem os dados por meio de aparelhos roteadores.

2.3. Módulos Xbee

Para o desenvolvimento de um sistema de telemetria é fundamental encontrar módulos que estabeleçam uma comunicação satisfatória com a tecnologia escolhida. Além disso, o instrumento deve ser compatível com a placa de prototipagem arduino, empregada pela equipe. Um dos elementos mais utilizados nesse segmento é o Xbee, desenvolvido como um acessório para microcontroladores de baixo custo e consumo.

2.3.1. Comparação de Módulos

Alguns módulos Xbee's presentes no mercado acompanham uma antena integrada responsável pela transmissão de dados. No entanto, esses exemplos não apresentam uma abrangência satisfatória para a aplicação em questão. Logo, o setor optou pela utilização de elementos que possuem uma saída para acoplamento de um dispositivo externo, visando um maior alcance. Sendo assim, realizou-se a comparação entre três modelos com saídas externas (Tabela 2).

TABELA 2. Comparação entre módulos.

Módulos	Séries	Frequência	Taxa de Dados	Potência de Saída	Sensibilidade
	XBee- S3B Pro® 900HP	900MHz	200 kbps	24dBm	-110dBm
	XBee- S2C Pro® DigiMesh® 2.4	2,4 GHz	250 kbps	18dBm	-100dBm

	XBee-PRO® 868	868 MHz	24 kbps	25dBm	-112dBm

Fonte: Autoria própria (2020).

O Xbee S3B PRO (Figura 2), apresenta uma frequência de 902-928 Mhz com uma taxa de dados de 200 kbps e uma potência de envio de até 24 dBm. Portanto, as principais vantagens incluem a alta imunidade contra interferências, o baixo consumo de energia e a atuação em modo *sleep.*



FIGURA 2. Xbee S3B PRO. Fonte: (https://pt.aliexpress.com/item/32821301091.html).

2.4. Software XCTU

O XCTU é o *software* gratuito utilizado para gerenciamento e ajustes dos módulos presentes na rede. Por meio dele, é possível enviar e receber comandos, além de interpretar e exibir os dados em tempo real na sua interface, identificando a intensidade do sinal em uma visualização gráfica. O *software* também disponibiliza todas as ferramentas necessárias para o desenvolvedor iniciar a forma prática, e dispõe de funções que podem recuperar elementos que apresentarem problemas.

2.4.1. Configuração dos Módulos

Para fazer a configuração do dispositivo é preciso uma placa denominada Xbee Explorer USB (Figura 3), em conjunto com um mini cabo para que seja possível a conexão ao computador.



FIGURA 3. Mini Cabo USB e Xbee explorer USB. Fonte: (https://www.eletrogate.com/modulo-adaptador-xbee-explorer-cabo-usb).

Com o componente conectado, é preciso abrir o XCTU e clicar no botão *Discover Devices*. Após esse procedimento, o programa irá iniciar uma varredura no computador procurando por módulos Xbee, como mostrado na Figura 4.

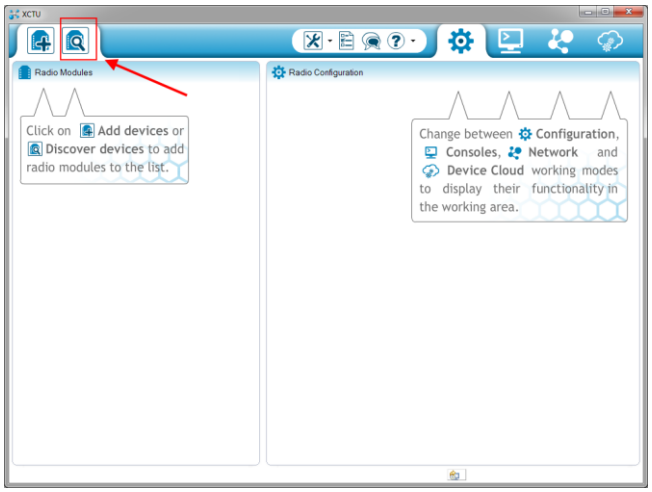


FIGURA 4. Tela inicial XCTU. Fonte: (https://www.arduinoecia.com.br/tutorial-comunicacao-wireless-xbee-com-arduino/).

Em seguida, deve-se selecionar a porta detectada na instalação do Xbee Explorer USB. Essa identificação varia conforme as especificações do próprio notebook ou computador utilizado. Neste caso, a COM20 (Figura 5), foi a porta selecionada. Para confirmar, basta clicar em *Next*.

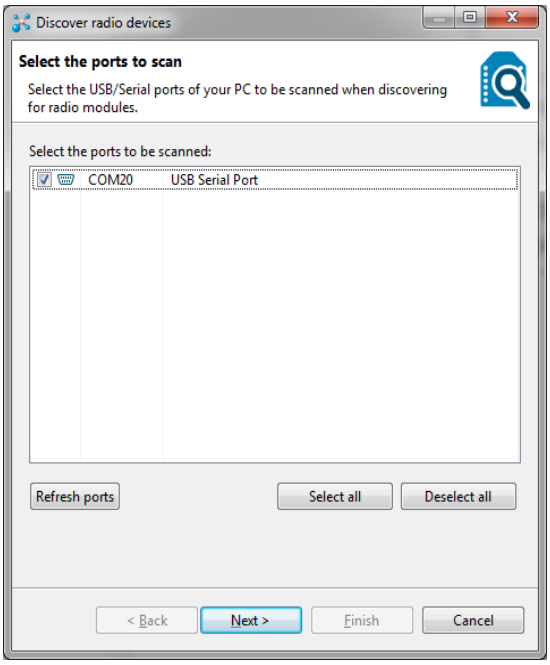


FIGURA 5. Tela de seleção da porta USB. Fonte: (https://www.arduinoecia.com.br/tutorial-comunicacao-wireless-xbee-com-arduino/).

Na próxima tela (Figura 6), mantenha os valores padrão e clique em *Finish*.

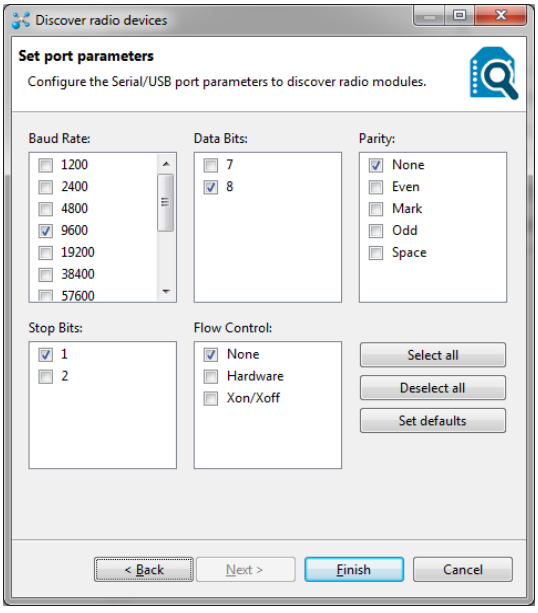


FIGURA 6. Tela de parâmetros. Fonte: (https://www.arduinoecia.com.br/tutorial-comunicacao-wireless-xbee-com-arduino/).

Após o módulo Xbee ser detectado, deve-se clicar em *Add Selected Devices* (Figura 7).

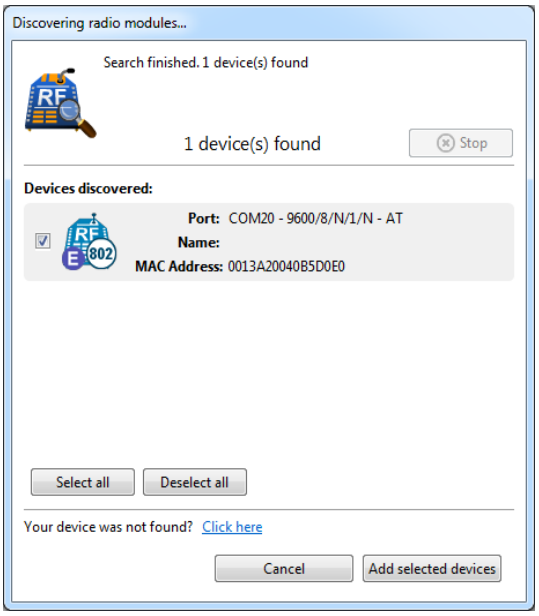


FIGURA 7. Tela de seleção do módulo. Fonte: (https://www.arduinoecia.com.br/tutorial-comunicacao-wireless-xbee-com-arduino/).

A partir de então, o Xbee S3B Pro foi adicionado ao XCTU. Desse modo, é possível efetuar alterações no nome e nas configurações do módulo de acordo com a utilização desejada. É preciso realizar essa operação para todos os aparelhos envolvidos.

3. ANTENAS

Para que a rede de monitoramento esteja completa, é essencial escolher um instrumento de transmissão que possua uma frequência compatível com a tecnologia e módulos definidos.

3.1. Funcionamento

As antenas são aparelhos com capacidade de comunicação de informações. Para esse processo, é fundamental haver na rede um elemento transmissor e outro receptor. Na primeira configuração, a alimentação é feita por corrente alternada. A alternância do fluxo de elétrons gera ondas eletromagnéticas que contêm as informações a serem recebidas por outro dispositivo.

As receptoras têm a capacidade de receber oscilações que se propagam pelo ar por meio de campo eletromagnético, transformando-as em uma corrente elétrica de intensidade menor em comparação com as emissoras. Esse deslocamento de cargas negativas é levado até o receptor, local em que os dados serão interpretados e exibidos. O princípio de funcionamento é o mesmo para os canais de tv, rádio e internet.

3.2. Tipos de Antena

Após a escolha dos módulos é preciso definir qual modelo de antena será utilizado considerando que o direcionamento das ondas eletromagnéticas é sempre radial, independentemente de sua posição, sua potência e frequência de trabalho. Ademais, quando se encontra na vertical, serão paralelas. Porém, se essas estiverem posicionadas horizontalmente, as ondas emitidas serão perpendiculares, ambas em relação ao solo.

3.2.1. Antenas Direcionais

As antenas direcionais são caracterizadas por enviar o sinal para uma direção pré-determinada. Dessa forma, o torna-se mais intenso nessa região e consequentemente mais fraco em outras áreas. Esse elemento é ideal para lugares pequenos, como salas, comércios e escritórios. No entanto, possui limitações referentes a sua utilização em ambientes maiores, podendo acarretar em perdas na conexão e interferência por obstáculos. O ângulo de irradiação desse instrumento na posição horizontal de aproximadamente 7°C e 20°C. Na vertical esse valor muda, garantindo a transmissão do sinal entre 3°C e 10°C de amplitude.

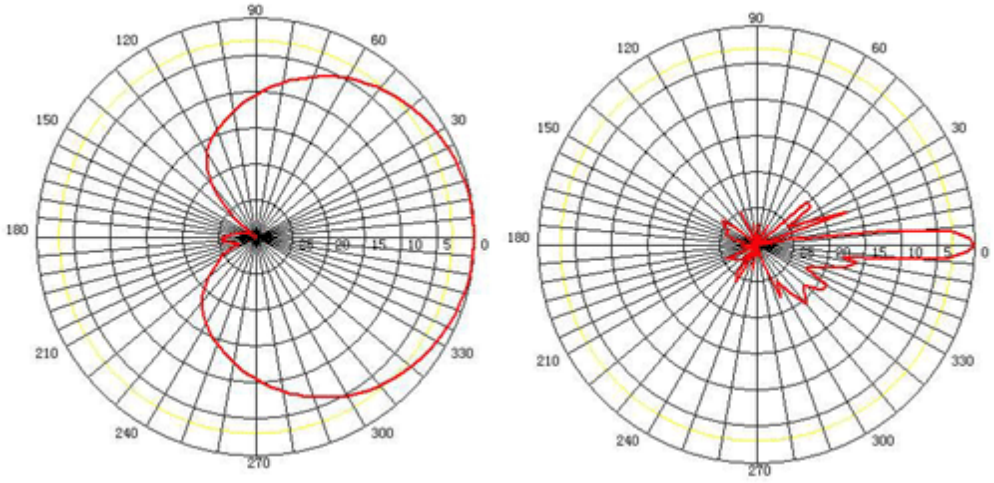


FIGURA 8. Sinais emitidos horizontalmente e verticalmente antena direcional. Fonte: COUTO (2013).

3.2.2. Antenas Omnidirecionais

Ao contrário das antenas direcionais, as omnidirecionais têm a característica de irradiar em 360°C (Figura 9), garantindo uma melhor aplicação em ambientes maiores, que necessitam de cobertura em toda área. Contudo, a intensidade do sinal, pode não ser a mesma em toda a área.

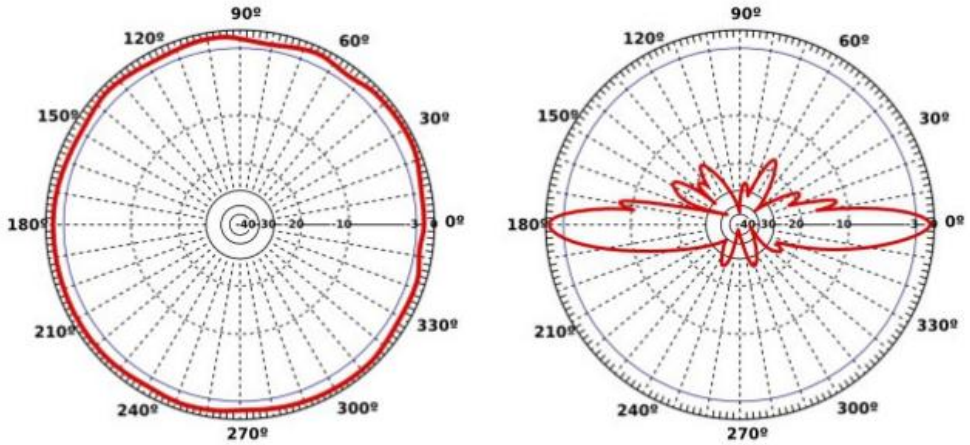


FIGURA 9. Sinais emitidos horizontalmente e verticalmente antena omnidirecional. Fonte: COUTO (2013).

3.3. Escolha da Antena

A antena omnidirecional apresentou propriedades mais adequadas para o monitoramento de dados a distância durante as provas da competição. O instrumento escolhido tem potência de 7 dbi, e possui frequências de trabalho de 800/900/1800/1900 MHz coerentes com a do módulo utilizado pela equipe.

Além das especificações de comunicação, o equipamento também atende às especificações físicas requeridas. Sua fixação é feita por meio de uma base magnética acoplada ao veículo e seu material oferece proteção contra raios UV e infiltrações de água. Além disso, o dispositivo resiste a ventos de até 180 km/h e possui comprimento de 32 cm (Figura 10).



FIGURA 10. Antena escolhida. Fonte: (https://www.alfacomp.ind.br/antenas/antena-omni-direcional-movel-quadriband)

4. CONCLUSÃO

As redes de acompanhamento a distância ganham cada vez mais adeptos nas diversas operações presentes nas indústrias. Dessa forma, auxilia operadores de sistemas e máquinas a realizarem o acompanhamento de dados em tempo real por meio de dispositivos e *softwares*.

Nesse estudo foi exposto todo o contexto para a inserção de um sistema de monitoramento para um veículo do tipo baja visando a melhoria de estratégias durante as provas da competição.

A tecnologia de comunicação responsável pela rede, foi identificada devido aos parâmetros fundamentais definidos pela equipe. O protocolo Zigbee expôs características mais adequadas, como alcance, frequência e consumo. Outrossim, contém alta imunidade contra interferências, fator crucial para os ambientes de competição. Em seguida, a escolha do módulo foi realizada, considerando as antenas industriais já presentes nos equipamentos. Todas as configurações referentes ao *software* XCTU foram exemplificadas com o intuito de tornar o andamento mais prático. Como último elemento da rede, analisou-se o funcionamento das antenas em comparação aos diferentes componentes de transmissão, observando os parâmetros que envolvem comunicação e alcance.

As características e dispositivos essenciais para o controle do acompanhamento a distância foram verificados com o intuito de escolher o melhor ajuste para que o envio de dados seja preciso e satisfatório.

REFERÊNCIAS

ALIEXPRESS. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/item/32821301091.html>. Acesso em: 01 out. 2020.

ALLANIS, C. A. Antenna Theory: Analysis & Design, 2ª ed. John Wiley & Sons.1997. New York.

ARDUINO E CIA. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/tutorial-comunicacao-wireless-xbee-com-arduino/>. Acesso em: 01 out. 2020.

AZEVEDO, C. M. O. Comando e monitorização de sistemas de atuação via redes wireless: ZigBee. 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

COUTO, L. M. R. Sistema de localização indoor com base no protocolo ZIGBEE. 2013. ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

DIGI INTERNATIONAL. 2015. XBee® and XBee-PRO® ZigBee: ZigBee® RF Modules.

DRECHSLER L. Sistema de posicionamento indoor utilizando uma rede de sensores sem fio baseada no protocolo de comunicação Zigbee. 2018. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Tecnologia Engenharia Elétrica.

ELETROGATE. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/modulo-adaptador-xbee-explorer-cabo-usb>. Acesso em: 01 out. 2020.

FARAHANI, S. ZigBee Wireless Network and Transceivers.2008.

FERNANDES, A. S. L. Comunicação Ad Hoc em Equipas de Robôs Móveis Utilizando a Tecnologia ZigBee. 2012. Universidade de Coimbra.

LIMA R.C. Aperfeiçoamento das redes de sensores sem fio Zigbee com antena direcional. 2016. Tecnologia em Automação Industrial. Engenharia Elétrica na Universidade de São Paulo.

SILVA, A. T. Módulos de comunicação wireless para sensores. 2007. Monografia (Conclusão do Curso de Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

SOARES, S. A. F. Rede de sensores sem fio para localização e monitoramento de pequenos ruminantes. 2012. Monografia (Conclusão do Curso de Engenharia da Computação) – Universidade Federal Vale do São Francisco Juazeiro.

Agradecimentos

Agradecemos à Equipe Komiketo Baja UFSJ pela motivação e oportunidade de aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula. Agradecemos à Universidade Federal de São João del-Rei pelo auxílio e cooperação. Agradecemos à FAPEMIG, pelo suporte à nossa equipe, permitindo o desenvolvimento desse estudo.