



Campos dos Goytacazes/RJ

A INTERNET DAS COISAS – IOT COMO AVANÇO TECNOLÓGICO PARA AS ESTAÇÕES TELEMÉTRICAS

*Thiago Rodrigues Faria*¹; *Vicente de Paulo Santos de Oliveira*²; *Thiago M. de Rezende Araujo*³
& *Jader Lugon Junior*⁴

RESUMO – O advento da quarta revolução industrial tem como característica a tendência atual de automação com coleta e integração de dados das diversas etapas da cadeia produtiva na manufatura, mas as soluções trazidas com a também conhecida indústria 4.0 ultrapassaram os muros das fábricas e já impactam outros setores da economia. A Indústria 4.0 é caracterizada pelo uso de tecnologias como a Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*), inteligência artificial (IA), robótica, impressão 3D e computação em nuvem para criar fábricas inteligentes que são mais eficientes, flexíveis e responsivas. Dentre as tecnologias habilitadoras da quarta revolução industrial a Internet das Coisas (IoT) tem se caracterizado como uma das mais proeminentes e com grande potencial de aplicação para suprir demandas em diversas áreas, dentre elas o monitoramento ambiental. Características intrínsecas da IoT como: hardware de pequenas dimensões, baixo custo, autonomia energética e capacidade de conexão a longas distâncias se revelam de grande utilidade para o monitoramento hidrometeorológico como opção aos atuais sistemas das estações telemétricas.

ABSTRACT– The advent of the fourth industrial revolution is characterized by the current trend of automation with data collection and integration of the various stages of the production chain in manufacturing, but the solutions brought with the also known industry 4.0 have gone beyond the walls of factories and are already impacting other sectors of the economy. The Industry 4.0 is characterized by the use of technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), robotics, 3D printing and cloud computing to create smart factories that are more efficient, flexible and responsive. Among the enabled technologies of the fourth industrial revolution, the Internet of Things (IoT) has been characterized as one of the most prominent and with great application potential to meet demands in several areas, including environmental monitoring. Intrinsic characteristics of IoT such as: small hardware, low cost, energy autonomy and connection capacity over long distances prove to be of great use for hydrometeorological monitoring as an option to the current systems of telemetry stations.

Palavras-Chave – iot, monitoramento ambiental, estações telemétricas

1. INTRODUÇÃO

O conceito da Internet das Coisas ou *Internet of Things – IoT* tem como base a conexão de vários dispositivos eletrônicos à rede mundial de computadores. Em constante crescimento, esta tecnologia tem alcançado os mais variados dispositivos e aplicações como vestuário,

1) AMBHIDRO – Instituto Federal Fluminense - r.thiago@gsuite.iff.edu.br

2) AMBHIDRO – Instituto Federal Fluminense

3) AMBHIDRO – Instituto Federal Fluminense

4) AMBHIDRO – Instituto Federal Fluminense

eletrodomésticos, transporte e agricultura entre outras aplicações, sejam utilizando sensores, analógicos ou digitais. Chaudhary *et al.* (2019)

Soluções baseadas em conceitos da IoT vêm crescendo no mercado global para usuários finais ultrapassando 12,2 bilhões de dispositivos conectados em 2021. O avanço de tecnologias de conectividade como a 5G impulsionarão ainda mais o mercado que possui previsão de chegar a 27 bilhões de dispositivos conectados em 2025. IOT-ANALYTICS (2023)

Por ser uma tecnologia transversal, capaz de aplicação em diversos contextos, podemos citar de forma prática algumas soluções desenvolvidas no Brasil para as seguintes áreas:

- Cidades Inteligentes ou *Smart Cities*: A utilização de IoT para a prevenção de enchentes como os chamados Bueiros Inteligentes da Net Sensors. Os dispositivos são instalados no interior dos ralos de drenagem das ruas e através de conexão em rede são capazes de emitir avisos em tempo real, quando um bueiro atinge um determinado nível de enchimento. O sistema auxilia na gestão da limpeza dos bueiros, atuando assim de forma mais assertiva e preventivamente nos pontos que terão maior possibilidade de obstrução no escoamento das águas das chuvas, evitando assim alagamentos. NDS DO BRASIL (2023)

- Agricultura 4.0: Com soluções inovadoras como a Irriga Digital, da empresa Pitaya Irrigação Eficiente, voltada para o manejo da irrigação proporcionado mais eficiência, precisão e evitando desperdícios no agronegócio. O sistema faz um monitoramento contínuo da disponibilidade de água no solo e aciona ou cessa a irrigação de forma mais precisa de acordo com a real necessidade da planta cultivada. A solução baseada em IoT ainda conta com um sensor patenteado pela empresa em parceria com a EMBRAPA - Empresa Brasileira Pesquisa Agro Pecuária. PITAYA IRRIGAÇÃO (2023)

- Monitoramento de Barragens: A solução de monitoramento microsísmico M2S, da empresa Invision Geofísica, desenvolvida em parceria com a EMBRAPAII (Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial) e PICG - Polo de Inovação de Campos dos Goytacazes é baseada na integração de dados geofísicos com objetivo de garantir segurança e estabilidade de barragens e outras estruturas geotécnicas. O sistema é capaz de detectar mínimas variações nas estruturas em que são instalados e enviar dados em tempo real para a tomada de decisão. INVISION (2023)

Na figura 1 temos a imagem de um nó de monitoramento microsísmico da empresa Invision Geofísica instalado e em operação.



Figura 1: Dispositivo IoT de monitoramento microsísmico. Fonte: INVISION (2023)

2. O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO NO BRASIL

No Brasil, os dados hidrometeorológicos, são obtidos através de pontos de monitoramento que formam uma complexa Rede gerida pela Agência Nacional de Águas, intitulada Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). UFRGS (2023)

Segundo a RHN, o país dispõe de uma rede hidrometeorológica com aproximadamente 11.000 estações hidrométricas, administradas por organismos federais, setoriais, estaduais e particulares, dentre as quais 4.200 representam a rede básica nacional - Redes Hidrometeorológicas - em operação, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas - ANA, constituída com o objetivo de avaliar a disponibilidade hídrica e conhecer o regime hidrológico das oito bacias hidrográficas brasileiras e sub-bacias constituintes. SGB/CPRM (2023)

O monitoramento hidrometeorológico é realizado em estações pluviométricas, fluviométricas e meteorológicas. Essas estações podem ser classificadas em três tipos principais: estações convencionais, estações automáticas e estações telemétricas. INEA (2023)

2.1 Estações Convencionais

Nas estações convencionais os dados são lidos nos instrumentos por um observador geralmente 2 vezes ao dia, que os anota para posterior processamento em escritório. Neste tipo de estação todos os instrumentos são mecânicos e o registro é feito de forma manual.

Na figura 2 temos régua hidrométrica instalada às margens de um corpo hídrico e na figura 3 um pluviômetro do tipo Ville de Paris e um pluviógrafo mecânico.



Figura 2: Régua hidrométrica. Fonte: INEA (2023)



Figura 3: Pluviômetro Ville de Paris e pluviógrafo mecânico. Fonte: INEA (2023)

Na tabela 1 são demonstradas as vantagens e desvantagens referentes às Estações Meteorológicas Convencionais:

Tabela 1: Vantagens e desvantagens referentes às Estações Meteorológicas Convencionais.

Vantagens	Desvantagens
Menor custo de aquisição	Mais suscetíveis a erros de leitura e registro (fator humano)
Menor custo de manutenção	Dependem de visitas constantes para leitura e registro
Possível instalar em áreas remotas sem sinal de comunicação	Demandam ao menos um profissional dedicado para leitura e registro
Não dependem de energia elétrica para o funcionamento	Menor frequência de disponibilização de dados (geralmente 2 vezes ao dia)

Fonte: Autores (2023)

2.2 Estações Automáticas

Nas estações automáticas as leituras de sensores eletrônicos são registradas (geralmente de 15 em 15 minutos) em equipamentos registradores chamados *dataloggers*. A aquisição das informações é feita quando os postos são acessados fisicamente pelos técnicos.

Na tabela 2 são demonstradas as vantagens e desvantagens referentes às estações Meteorológicas Automáticas:

Tabela 2: Vantagens e desvantagens referentes às Estações Meteorológicas Automáticas.

Vantagens	Desvantagens
Maior frequência de leitura e registro	Dependem de visitas periódicas para aquisição de dados
Não dependem de comunicação com ou sem fio	Não disponibilizam dados em tempo real
Permitem conexão de vários sensores	Alto custo para aquisição
Ocupam pequenas áreas	Alto custo de manutenção
	Maior possibilidade de furto

Fonte: Autores (2023)

2.3 Estações Telemétricas

O funcionamento das estações telemétricas é semelhante ao das estações automáticas, que permitem registrar dados de sensores diversos a cada 15 minutos. Nesse tipo de estação, porém, os dados armazenados no datalogger são enviados por rede, utilizando-se a tecnologia GSM ou via satélite. As estações telemétricas possibilitam o acompanhamento dos dados 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Na figura 4 temos a imagem de uma Estação Telemétrica de medição de nível instalada na Lagoa de Cima em Campos dos Goytacazes – RJ.



Figura 4: Estação Telemétrica de Lagoa de Cima. Fonte: Autores (2022)



Campos dos Goytacazes/RJ

Na tabela 3 são demonstradas as vantagens e desvantagens referentes às estações do tipo Telemétricas:

Tabela 3: Vantagens e desvantagens referentes às Estações Meteorológicas Telemétricas

Vantagens	Desvantagens
Maior frequência de leitura e registro	Alto custo para implantação
Permitem conexão de vários sensores	Alto custo de manutenção
Ocupam pequenas áreas	Alto custo para operação
Disponibilizam dados remotamente em “tempo real”	Maior possibilidade de furto

Fonte: Autores (2023)

As estações Telemétricas representam o que há de mais moderno a serviço do monitoramento de hidrometeorológico por possibilitar maior frequência de leitura e registro das variáveis, pois todo processo é eletrônico e configurável. Possibilitam conexão de múltiplos sensores em uma única Unidade Central de processamento - CPU, ocupam espaços relativamente reduzidos se comparados às estações convencionais e por último a grande vantagem: disponibilizam dados remotamente em intervalos de tempo de atualização pré-definidos.

Contudo, apresentam como desvantagens: O alto custo para implantação porque envolvem a montagem de painéis de automação com hardwares industriais como CPUs/Modems, sensores, nobreaks, painéis solares, controladores de carga, baterias, etc. Necessitam de softwares proprietários com requisito de licença. O sistema de comunicação necessita de aquisição de serviço de telefonia móvel. A manutenção desses equipamentos industriais necessita de equipes com alto grau de capacitação.

A viabilidade do local para instalação da estação telemétrica precisa levar em consideração aspectos de segurança contra furtos/depredações e o nível de sinal de comunicação GSM.

3 COMO A INTERNET DAS COISAS PODE SER ÚTIL PARA O MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO?

Tecnologias baseadas nos conceitos de Internet das Coisas – IoT conseguem entregar todas as vantagens das estações Telemétricas “tradicionais” exibidas na tabela 3 e minimizar algumas de suas desvantagens como:

- Hardware de menor tamanho e menor custo – A popularização de microcontroladores -MCUs como, por exemplo: os da família STM32, os da família Atmel (Arduinos) e os da Espressif ESP8266 e ESP32, que são amplamente usados em dispositivos IoT se deve principalmente ao baixo custo de aquisição e o bom poder de processamento que atendem perfeitamente a maioria dos requisitos de projeto. Santos e Borges (2022); Santos e Lara Junior (2021)

- Sensores mais acessíveis: com o aumento constante da demanda por inovações em sensores IoT, o mercado passou de poucos e caros fornecedores de nicho para um setor globalizado de produção de sensores com preços competitivos. Desde 2004, o preço médio dos sensores de IoT caiu cerca de 70%, com mais funcionalidade e diversidade motivadas pela demanda. SAP (2023)



Campos dos Goytacazes/RJ

- Exigência menor de manutenção: Dispositivos IoT são desenvolvidos para trabalharem em regime de *low-power*, baixo consumo de energia. Com pilhas ou pequenas baterias de íons de lítio os equipamentos podem operar por anos sem a necessidade de manutenção e troca de células de carga. Garcia *et al.* (2020)
- Possibilidade de uso de hardwares e softwares livres: Projetos de dispositivos IoT podem ser concebidos com uso total de hardwares e softwares livres em todas as suas camadas, proporcionando maior escalabilidade da solução. Calderoni *et al.* (2019); Ottolini *et al.* (2020)
- Comunicação através de tecnologias LPWANs (Low Power Wide Area Network): A comunicação sem fio de longas distâncias de dispositivos IoT podem utilizar, além das tecnologias tradicionais como Wi-fi e GSM, as chamadas LPWANs que são redes de área ampla e baixa potência. Destaque para as tecnologias LORA, Sigfox e NB-IOT. Garcia e Kleinschmidt (2017); Migabo *et al.* (2020)
- Menor encapsulamento dos equipamentos: Dispositivos IoT possuem dimensões muito menores quando comparados aos equipamentos industriais. O próprio conceito de desenvolvimento IoT remete a objetos de menor tamanho e baixo consumo. Tal característica possibilita a operação de forma mais discreta em meio à paisagem local, evitando assim furtos/depredações dos equipamentos. Souza e Costa (2019)
- Possibilidade de Aplicação em sintonia com outras soluções da indústria 4.0: A análise dos dados gerados através de dispositivos IoT podem se utilizar de outras soluções tecnológicas como Inteligência Artificial – IA, Machine Learning, Análise Avançada, etc. ORACLE (2023)

4 AS LPWAN'S NA IOT

A conectividade de diversos dispositivos na IoT tem sido suprida por tecnologias de curto alcance e não raro utilizando redes com algoritmos de roteamento com múltiplos saltos e por redes de longo alcance GSM (*Global System for Mobile Communications*). Esta abordagem em geral impacta na eficiência do uso da energia aumentando o seu consumo e no encarecimento dos dispositivos para gerenciamento da rede e dos dados que são trafegados, aumentando o custo da solução. Centenaro *et al.* (2016)

No ecossistema IoT atual, existem classes de tecnologias sem fio, como LAN (Local Area Network) com Wi-fi; PAN (Personal Area Network) com RFID, Bluetooth, Zigbee, NFC, etc; WAN (Wide Area Network) com LTE, 2G, 3G, etc; e LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) com LORA, Sigfox, LTE-M, NB-IoT, etc. Cada uma possui recursos e especificações diferentes para vários casos de uso. Esses diferentes tipos de tecnologias sem fio diferem em distância, taxa de transmissão e consumo de energia conforme a figura 5 abaixo: ALLION (2023)

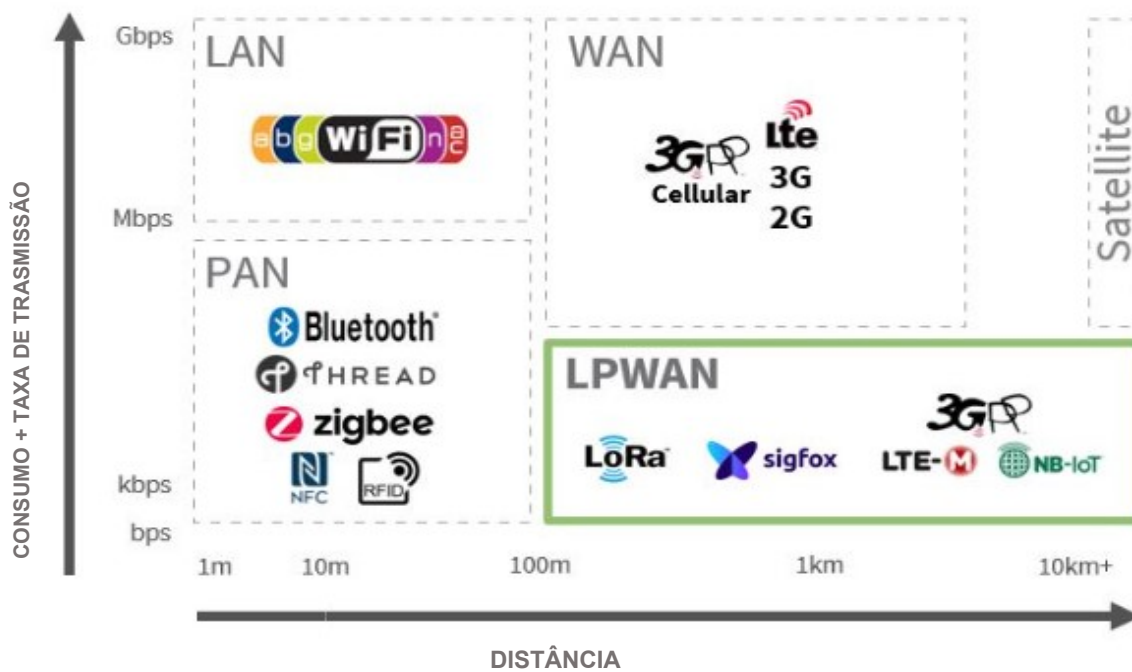


Figura 5: Tecnologias de comunicação sem fio relacionadas com base nas distâncias de alcance x consumo + taxa de transmissão. Fonte: ALLION (2023)

As chamadas LPWANs - *Low Power Wide Area Network* são tecnologias de comunicação sem fio de área ampla e baixa potência. São redes projetadas para permitir comunicações de longo alcance a uma baixa taxa de bits entre dispositivos. Ibrahim e Hussein (2019)

O tipo de tecnologia de rede sem fio a ser utilizada para o dispositivo IoT depende de características como: tipo de aplicação, tipo de sensoriamento, fonte de energia e distância de comunicação, mas basicamente soluções de IoT possuem em comum 4 especificações: Angrisani *et al.* (2017)

- 1- Comunicação sem fio: para reduzir a fiação e obter mobilidade em alguns casos;
- 2- Baixa largura de banda: geralmente os dispositivos IoT precisam transmitir poucos dados fornecidos por sensores como: temperatura, umidade, nível, etc. Tais leituras exigem baixa taxa de dados para transmissão;
- 3- Baixo consumo de energia: em sua grande maioria, dispositivos IoT são alimentados por baterias;
- 4- Ampla Cobertura: dependendo da aplicação específica (Aplicação em *Smart Cities* por exemplo).

As tecnologias de rede LPWAN atendem perfeitamente as 4 especificações sendo muito úteis para equipamentos IoT quando há necessidade de enviar poucos dados, a distâncias relativamente longas e com baixo consumo de energia, garantindo assim maior vida útil para as baterias durante os processos de comunicação e operação.



Campos dos Goytacazes/RJ

Para maximizar a vida útil das baterias Microcontroladores – MCUs voltados para IoT possuem recursos para operarem em *Sleep Modes* – modos de dormência que possibilitam níveis extremamente baixos de consumo de energia, durante períodos ociosos onde não há leitura de sensores ou recepção/transmissão de dados. ESPRESSIF (2023)

As seguintes características: tecnologia de comunicação a longas distâncias com pouco consumo de energia e a possibilidade de operação em *Sleep Modes* que permitem vida longa às baterias dos dispositivos IoT, exigindo assim níveis muito baixos de manutenção. Tais diferenciais são muito úteis para o monitoramento ambiental, principalmente em regiões onde há dificuldade de acesso e falta de cobertura da rede de telefonia móvel local.

Vale destacar que as tecnologias LORA e Sigfox não necessitam de redes operadas por telefonia celular, as mesmas operam em faixas não licenciadas. Por este motivo, não há custos relacionados à transmissão de dados nas etapas que se utilizam destas tecnologias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Internet das Coisas, juntamente com outras soluções desembarcadas da indústria 4.0 como a Big Data, IA – Inteligência Artificial, Machine Learning, etc vieram para somar como tecnologias transversais de múltiplas aplicações que já estão sendo utilizadas com sucesso em diversas soluções voltadas para as mais diversas áreas do cotidiano.

Dentre as múltiplas aplicações da IoT temos características que possuem grande potencial para preencher lacunas das desvantagens verificadas nas atuais tecnologias utilizadas para as estações telemétricas utilizadas no monitoramento hidrometeorológico do Brasil.

Características da IoT como: hardwares de baixo custo, possibilidade de utilização de softwares livres, capacidade de comunicação a longas distâncias sem depender de cobertura de redes de telefonia móvel e possibilidade de operação remota com grande autonomia, dentre outras vantagens, demonstram como a IoT será uma evolução para as estações telemétricas possibilitando escalabilidade e maior universalização de acesso.

AGRADECIMENTOS - Agradecimentos especiais à FAPERJ, ao Programa de Mestrado e Doutorado Acadêmico para Inovação - MAI/DAI, pertencente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à RPPN Caruara, por terem sido os fomentadores deste estudo.

REFERÊNCIAS

ALLION (2023) “*An introduction to wireless technologies in IoT- LPWAN*” Allion USA-SGS Disponível em: <https://www.allionusa-sgs.com/iot-lpwan/> Acesso em: 27 de fevereiro. 2023



Campos dos Goytacazes/RJ

ANGRISANI, L.; ARPAIA, P.; BONAVOLONTÀ, F.; CONTI, M.; LICCARDO, A. (2017) “*LoRa protocol performance assessment in critical noise conditions*” in Anais do 2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI), setembro de 2017

CALDERONI, L.; MAGNANI, A.; MAIO, D. (2019). “*IoT Manager: An open-source IoT framework for smart cities*” Journal of Systems Architecture · abril de 2019

CENTENARO, M.; VANGELISTA, L.; ZANELLA, A.; ZORZI, M. (2016) “Long-range communications in unlicensed bands: The rising stars in the IoT and smart city scenarios,” IEEE Wireless Commun., vol. 23, no. 5, pp. 60–67, outubro de 2016

CHAUDHARY, S. et al. (2019) “*Craiot: Concept, review and application(s) of iot.*” in Anais do 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU). Ghaziabad, India, abril 2019

ESPRESSIF (2023) “*Sleep Modes*” API Reference. Disponível em: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-Reference/system/sleep_modes.html Acesso em: 27 de fevereiro. 2023

GARCIA, G. M., OLIVEIRA, L. F. L.; ZARVOS, S. A.; PEREIRA, W. H. (2020) “*Tecnologias de Redes para Internet das Coisas-IoT.*” Biblioteca Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações. Disponível em: https://biblioteca.inatel.br/cict/acervo%20publico/sumarios/Artigos%20de%20TCC/TCC_Gradua%C3%A7%C3%A3o/Engenharia%20de%20Telecomunica%C3%A7%C3%B5es/2020/2_sem%2020/TCC_Tecnologias_de_Redess_para_Internet_das_Coisas_IoT.pdf. Acesso em: 3 de março. 2023

GARCIA, P.S.R.; KLEINSCHMIDT, J.H.; (2017). “*Tecnologias Emergentes de Conectividade na IoT: Estudo de Redes LPWAN*” in Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais. setembro de 2017

IBRAHIM, D.M.; HUSSEIN, D. (2019) “*Internet of Things Technology based on LoRaWAN Revolution*” in Anais do 2019 10th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS) junho de 2019

INEA (2023) “*Tipos de Estação*”, Instituto Estadual do Ambiente –Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Monithidrometeorologico/TiposEstacoes/index.htm&lang=PT-BR>. Acesso em: 1 de março. 2023

INVISION (2023) “*1º Node Terrestre Brasileiro*”. Disponível em: <https://www.invisiongeo.com.br/inovacao> Acesso em: 25 de fevereiro. 2023

IOT-ANALYTICS (2023) *State of IoT 2022: “Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally”* Disponível em: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> Acesso em: 17 de fevereiro. 2023



Campos dos Goytacazes/RJ

MIGABO, E.M.; DJOUANI, K.D.; KURIEN, A.M. (2020) “*The Narrowband Internet of Things (NB-IoT) Resources Management Performance State of Art, Challenges, and Opportunities*”. IEEE, maio de 2020

NDS DO BRASIL (2023) “*Soluções Sustentáveis para Cidades Inteligentes*” Disponível em: <https://nsdobrasil.com.br/bueiros-inteligentes/> Acesso em: 15 de fevereiro. 2023

OTTOLINI, D.; ZYRIANOFF, I. D.; HEIDEKER, A.; KLEINSCHMIDT, J. H.; KAMIENSKI, C.A. (2020). “*Desempenho e Escalabilidade de Plataformas Livres de IoT*” in Anais do SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 38. , 2020, Rio de Janeiro. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 71-84

ORACLE (2023) “*O que é IoT?*”. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/> Acesso em: 25 de fevereiro. 2023

PITAYA IRRIGAÇÃO (2023) “*Irrigação para atender as plantas em qualquer clima, com base em dados de solo.*” Disponível em: <https://pitayairrigacao.com.br/#irriga-digital> Acesso em: 25 de fevereiro. 2023

SANTOS, C. R. B. DOS.; BORGES, E. P. C. (2022). “*Sistema de monitoramento de baixo custo para galpões avícolas de pequeno porte utilizando IoT*”. ForScience, 10(1), e01116. <https://doi.org/10.29069/forscience.2022v10n1.e1116>

SANTOS, J. W.; LARA JUNIOR, R. C (2021). “*Sistema de automatização residencial de custo controlado pelo microcontrolador ESP32 e monitorado via smartphone*” Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12133/1/PG_COAUT_2019_1_02.pdf. Acesso em: 3 de março. 2023

SAP (2023) “*O que é IoT?*”, SAP do Brasil – Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>. Acesso em: 1 de março. 2023

SGB/CPRM (2023) “*Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN*”, Serviço Geológico do Brasil SGB –Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique///Apresentacao/Rede-Hidrometeorologica-Nacional---RHN-304.html> Acesso em: 1 de março. 2023

SOUSA, P.V.; COSTA, M. (2019) “*Protótipo de lixeira inteligente no contexto das Smart Cities e da Internet das Coisas*”. Revista Sistemas e Mídias Digitais (RSMD). Volume 4 - Número 2 - Edição Especial. Outubro de 2019

UFRGS (2023) “*A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)*”, Grupo de pesquisa em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – GESPLA Disponível em: <https://www.ufrgs.br/warp/2021/01/18/a-rede-hidrometeorologica-nacional-rhn/> Acesso em: 1 de março. 2023