

AS REDES DE SENSORES SEM FIO E A INDÚSTRIA 4.0

Fábio Ricardo C. de Almeida¹, Oberdan Rocha Pinheiro²

¹Pós-Graduando em Automação, Controle e Robótica – SENAI/CIMATEC, E-mail: fabio.rca@gmail.com

²Orientador – SENAI/CIMATEC, E-mail: oberdan.pinheiro@fiob.org.br

WIRELESS SENSOR NETWORKS AND THE INDUSTRY 4.0

Resumo: *Atualmente, as redes sem fio fazem parte de aplicações comuns nos âmbitos pessoal, profissional, comercial e industrial. Essa larga utilização torna a tecnologia mais acessível, conectando pessoas, equipamentos e processos de diversas áreas e estabelecendo o que se chama de IoT, Internet das Coisas. Este artigo apresenta um panorama sobre o uso de RSSF, Rede de Sensores Sem Fio, na indústria e sua importância no amadurecimento da manufatura avançada, também conhecida como Indústria 4.0. Através de um modelo conceitual para sistemas fabris, visualiza-se que o avanço dos sensores tem permitido a coleta de mais dados do chão de fábrica em tempo real, contribuindo para um novo modelo de negócio baseado em inteligência artificial.*

Palavras-Chaves: *rede de sensores sem fio; internet das coisas; indústria 4.0; manufatura avançada.*

Abstract: *Currently, wireless networks are part of common applications in the personal, professional, commercial and industrial environments. This wide use makes the technology more accessible, connecting people, equipment and processes from different areas and establishing what is called IoT, Internet of Things. This article presents an overview of the use of WSN, Wireless Sensor Network, in industry and its importance in the maturing of advanced manufacturing, also known as Industry 4.0. Through a conceptual model for manufacturing systems, it is seen that the advancement of the sensors has allowed the collection of more data from the factory floor in real time, contributing to a new business model based on artificial intelligence.*

Keywords: *wireless sensor network; internet of things; industry 4.0; advanced manufacturing.*

1. INTRODUÇÃO

As redes sem fio fazem parte da rotina moderna, tanto na utilização pessoal como profissional, permitindo a transferência de dados sem as limitações físicas de uma rede cabeada. A evolução da confiabilidade deste tipo de comunicação, associada aos benefícios econômicos, despertou o interesse na aplicação desta tecnologia em ambientes industriais [1].

Devido à crescente demanda das indústrias por equipamentos sem fio, existem hoje diversos tipos de soluções e fabricantes. Entre as tecnologias mais populares encontram-se WirelessHart, ISA100, WiFi, ZigBee, Bluetooth, apresentadas da tabela 1. Existem muitas outras soluções baseadas em normas e também soluções proprietárias, fato que dificulta a integração entre componentes de fornecedores distintos e a elaboração de projetos de maior complexidade.

Tabela 1. Comparativo das tecnologias de redes sem fio

	Frequência de operação	Alcance	Topologia / arquitetura	Taxa de transmissão de dados	Duração da bateria	Norma
WirelessHart	2,4GHz	250 m	Malha Estrela	-	Até 10 anos	
ISA 100	2,4GHz 5GHz	-	Malha Estrela	250 Kbps	Até 10 anos	IEC 62734
Wi-Fi	2,4GHz 5GHz	100 m	Malha Estrela Árvore	11/54 Mbps	Até 5 dias	IEEE 802.11
ZigBee	868MHz 902MHz 2,4GHz	10-100 m	Malha Estrela Árvore	250 Kbps	1000 dias	IEEE 802.15.4
Bluetooth	2,4GHz	10 m	Malha Estrela	1 Mbps	1-7 dias	IEEE 802.15.1

Em [2], o autor apresenta algumas vantagens da utilização da tecnologia wireless na indústria. Entre elas estão as seguintes:

- Redução nos custos de instalação
- Aplicação em casos de impossibilidade de cabeamento
- Redução nos custos de projeto
- Redução no tempo de aplicação
- Aplicações móveis

As claras vantagens apresentadas acima tem estimulado pesquisadores e fabricantes a investir mais no desenvolvimento e implementação de dispositivos para RSSF's. Uma pesquisa realizada pela On World em 2014 mostra o crescimento da adoção de redes de sensores sem fio em aplicações industriais [3], conforme figura 1.

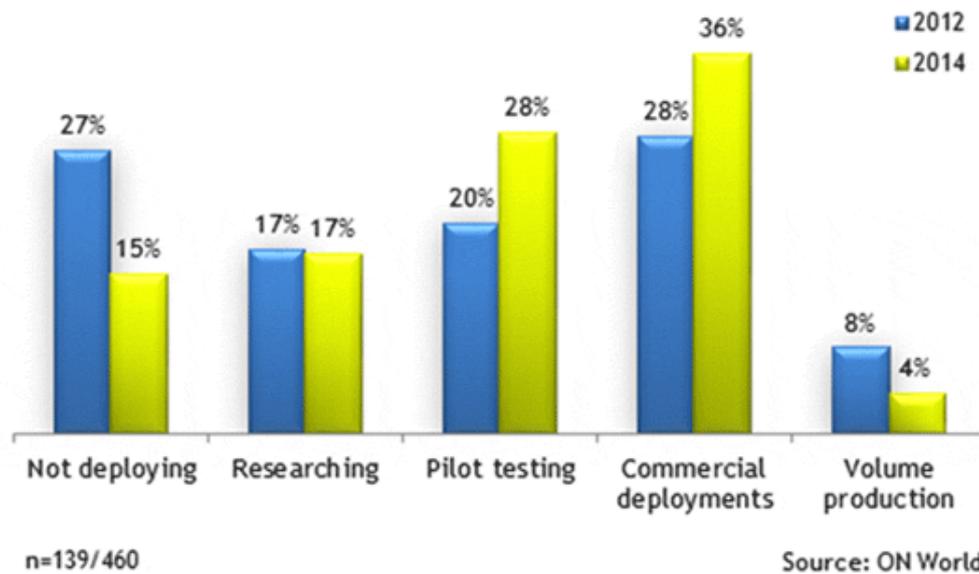


Figura 1. Adoção de soluções RSSF na indústria. (Fonte: www.isa.org)

As principais tecnologias abordadas neste artigo serão mais bem detalhadas a seguir.

1.1. WirelessHart

Baseada no protocolo HART (Highway Addressable Remote Transducer), que utiliza simultaneamente comunicação digital e sinal analógico de 4-20mA, o WiHart fornece comunicação sem fio para uma série de aplicações tradicionais que já são utilizadas em grande parte dos ambientes industriais, integrando-se facilmente às instalações existentes. Foi desenvolvida pela HART Communication Foundation (HCF) e introduzida no mercado em 2007.

As principais características deste protocolo são as seguintes [4]:

- Camadas física (PHY) e de controle de acesso ao meio (MAC) definidas pelo padrão IEEE 802.15.4;
- Operação na frequência de 2,4 GHz à taxa de 250 Kbps;
- A alimentação de seus instrumentos pode ser realizada por bateria e energia solar. Baixo consumo de energia.
- A topologia de suas redes pode ser malha, estrela ou uma composição das duas.

1.2. ISA100

O padrão ISA100 Wireless foi desenvolvido pela ISA (International Society of Automation) através da comissão SP100 estabelecida em 2005. Com foco na confiabilidade e segurança em plantas industriais, este padrão suporta a comunicação com qualquer protocolo, flexibilizando sua instalação e protegendo os investimentos feitos em infraestruturas existentes [5].

As principais características deste protocolo são as seguintes:

- Norma internacional IEC 62734;
- Camada física baseada no padrão IEEE 802.15.4;
- Operação na frequência de 2,4 GHz à taxa de 250 Kbps, com seleção automática de canal para evitar canais congestionados;
- Curto tempo sincronizado de comunicação;
- Comunicação multiprotocolo;
- A topologia de suas redes pode ser malha ou estrela;

1.3. Wi-Fi

O padrão Wi-Fi se refere a uma família de protocolos de comunicação sem fio IEEE 802.11, cujas normas foram estabelecidas pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Entre os principais protocolos estão o 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac e, mais recentemente, o 802.11ah, publicado em 2017 e conhecido como Wi-Fi HaLow [6][7][8].

Este último trata-se de uma solução sem fio de baixo consumo de energia voltada para o mercado de casas inteligentes, carros conectados, agricultura e o industrial. Opera em faixa de frequência inferior a 1GHz, o que garante um alcance maior e conexão mais robusta em ambientes desafiadores [8].

Tabela 2. Comparativo dos protocolos da família 802.11

Protocolo	Frequência	Taxa de Dados (máxima)
802.11a	5 GHz	54 Mbps
802.11b	Faixa de 2,4 GHz	11 Mbps
802.11g	Faixa de 2,4 GHz	54 Mbps
802.11n	2,4 ou 5 GHz	600 Mbps
802.11ac	5 GHz	1,3 Gbps
802.11ah	Faixa de 900 MHz	150 Kbps – 347 Mbps

1.4. ZigBee

O padrão ZigBee foi desenvolvido pela ZigBee Alliance, organização estabelecida em 2002. Criado para ser uma tecnologia de rede local pessoal com baixíssimo consumo de energia, curto alcance e permitir tamanho reduzido dos dispositivos, o ZigBee reuniu características de seus protocolos mais antigos e lançou o padrão ZigBee 3.0 [9].

As aplicações dessa tecnologia são bastante diversificadas, entre elas estão automação predial e residencial, controle remoto, sensores e controle inteligente de energia. O padrão permite que todos os dispositivos, de qualquer tipo de aplicação e fabricante, sejam capazes de se comunicarem entre si.

O ZigBee 3.0 apresenta as seguintes características principais:

- Camadas física (PHY) e de controle de acesso ao meio (MAC) definidas pelo padrão IEEE 802.15.4;
- Operação na frequência de 2,4 GHz à taxa de 250 Kbps;
- Baixo consumo de energia.
- Interoperabilidade
- A topologia de suas redes pode ser malha, estrela ou árvore.

1.5. Bluetooth

O Bluetooth é uma tecnologia de conectividade sem fio de baixo consumo de energia comumente usada para transmissão de áudio e transferência de dados entre dispositivos. Foi criada por um grupo integrado em 1996 pela Intel, Ericsson e Nokia, com o objetivo de padronizar a tecnologia de rádio de curto alcance para suportar conectividade e colaboração entre diferentes produtos e indústrias.

O padrão é dividido em dois tipos de tecnologia: a BR/EDR, voltado para conectividades que demandam taxa de transferência de dados mais alta como transmissão de áudio; e a Low Energy (LE), voltada para aplicações com baixo consumo de energia como redes de sensores e automação predial [10].

Entre as principais características estão as seguintes:

- Baseado no padrão IEEE 802.15.1;
- Operação na frequência de 2,4 GHz à taxa de 3 Mbps (BR/EDR) e 2Mbps (LE);
- Baixo consumo de energia;
- A topologia de suas redes pode ser malha, estrela ou ponto a ponto.

1.6. Papel das RSSF's na Indústria 4.0

A manufatura avançada, mais comumente conhecida como Indústria 4.0, é um conceito que se refere a um conjunto de inovações tecnológicas que tendem a tornar os processos de produção cada vez mais inteligentes, eficientes, autônomos e customizáveis [11].

O termo Indústria 4.0 surgiu publicamente em 2011 na Feira de Hannover, uma iniciativa patrocinada pelo governo alemão no intuito de criar novos modelos de operação das fábricas que se utilizassem das tendências

tecnológicas mais atuais. Isso permitiria, em um futuro próximo, descentralizar totalmente o controle dos processos fabris e adotar com maior abrangência o uso de dispositivos inteligentes interconectados [12].



Figura 2. Revoluções Industriais (Fonte: adaptado de DFKI 2011).

Entre as premissas mais importantes estão a integração das tecnologias físicas e digitais, a integração das diversas etapas da produção até o produto final e os serviços relacionados ao processo e ao negócio. Além disso, ter acesso a informações em tempo real para balizar tomadas de decisão inteligentes e automatizadas [13].

Segundo [14], a internet das coisas (IoT), os sistemas cyber-físicos (CPS) e o Big-Data destacam-se como as principais tecnologias que sustentam o desenvolvimento da indústria 4.0.

O termo IoT se refere à tecnologia que permite que objetos, equipamentos, processos e pessoas se comuniquem entre si e com a internet com o objetivo de criar um ambiente totalmente integrado e capaz de disponibilizar informações em tempo real.

O termo Big Data se refere à grande quantidade de dados recebidos dos mais diversos sistemas e dispositivos conectados em rede, conforme o conceito de IoT, e armazenados na nuvem. Esses dados, se bem organizados e classificados, podem ser acessados de qualquer lugar e utilizados para análises preditivas e decisões baseadas em inteligência artificial.

Os sistemas cyber-físicos são sistemas formados pelo componente físico (dispositivos, sensores, atuadores, etc) integrado à comunicação em rede e processamento embutido. É justamente neste pilar da indústria 4.0 que se encaixam as RSSF's.

2. DISCUSSÃO

Este artigo utilizará um modelo conceitual para sistemas fabris, apresentado na figura 3, para demonstrar o fluxo de dados em uma arquitetura baseada nos conceitos da Indústria 4.0 e destacar a importância da quantidade e qualidade das informações obtidas pelas RSSF's no chão de fábrica.

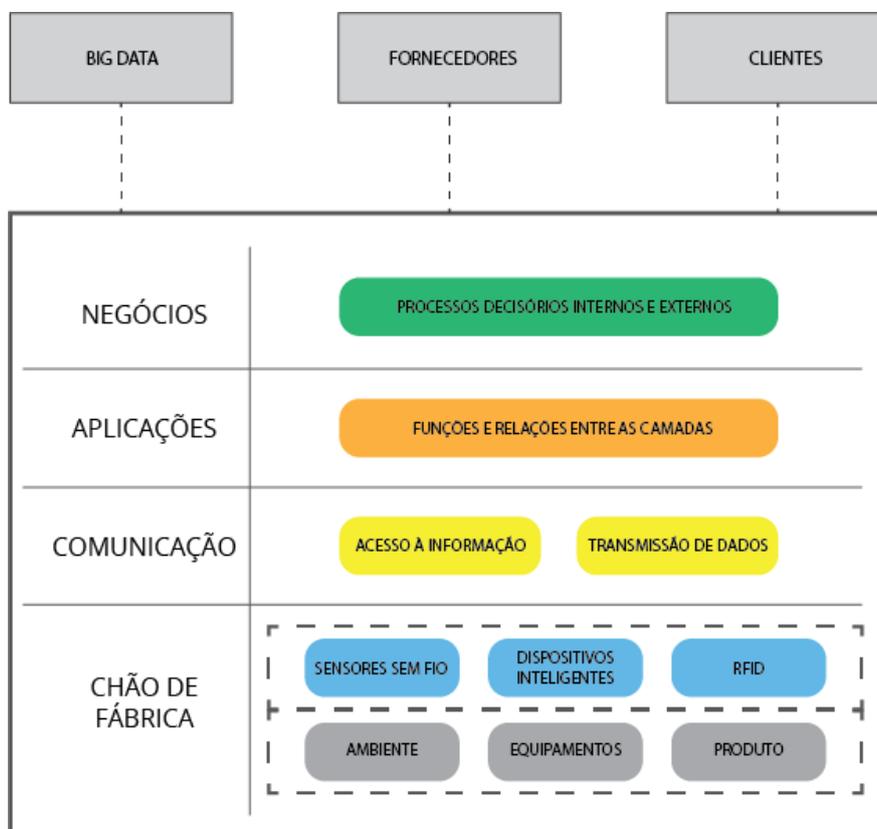


Figura 3. Camadas do modelo conceitual para sistemas fabris.

Na camada de chão de fábrica encontram-se todos os equipamentos, os produtos dos processos e o ambiente no qual esses elementos estão inseridos. Coletando e transmitindo dados referentes aos itens citados anteriormente, os sensores sem fio, dispositivos inteligentes e componentes RFID completam esta camada.

Quanto maior a quantidade e a variedade de dados relevantes extraídos dessa camada em tempo real, maior a flexibilidade dos processos e a autonomia da planta.

A camada de comunicação acomoda os sistemas responsáveis pelo acesso interno e segurança da informação e transmissão de dados a longas distâncias.

A camada de aplicação é responsável pelo processamento das informações e pela atribuição de funções e relações entre as diversas camadas.

A camada de negócios abrange os processos decisórios internos e externos relacionados a inteligência do negócio, que são baseados na análise

de dados obtidos da própria planta, do Big Data e das relações com clientes e fornecedores.

O modelo conceitual tem como premissa a interoperabilidade, então todas as camadas são capazes de interagir entre si. Além disso, os produtos e os processos estão interligados e integrados à rede conforme as diretrizes que estabelecem o IoT.

Com base nesse modelo, pode-se verificar que a aplicação de redes de sensores sem fio tem o importante papel de gerar informações como o status do processo, o estado das máquinas, as condições do ambiente, o estágio do produto, o nível de estoque e outros dados valiosos para integrar o Big Data. Dessa forma, um sistema dotado de inteligência artificial teria capacidade de disparar ações e determinar parâmetros para produção, manutenção e compra de insumos por exemplo.

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento das tecnologias relacionadas às redes de sensores sem fio vem avançando para suprir as necessidades de padronização e novos horizontes gerados pela possibilidade de se obter dados de processos industriais de forma mais ampla, rápida e segura e interligados com sistemas convencionais e com a internet.

O progresso realizado nessa área, importante suporte ao conceito de manufatura avançada, está direcionado para a fabricação de dispositivos inteligentes, com processamento embarcado, alta confiabilidade, interoperabilidade, integração automática nas redes, baixo consumo de energia e baixa necessidade de manutenção.

Portanto, as RSSF's contribuem fortemente para a consolidação da Indústria 4.0, um novo modelo de negócio que se beneficia do uso de dados em tempo real para planejar decisões de modo autônomo e inteligente.

5. REFERÊNCIAS

¹ Redes sem fio ganham espaço em todas as tecnologias. **Revista Controle & Instrumentação**, N^o 204, 2015. Disponível em: https://issuu.com/editora_valete/docs/ci204. Acesso em 14 de jun. de 2016.

² ANDRADE, Fabrício. 10 Motivos para aplicar a tecnologia wireless – Principais pontos para analisar a viabilidade de um sistema wireless. **Revista Controle & Instrumentação**, N^o 204, p. 34-37, 2015. Disponível em: https://issuu.com/editora_valete/docs/ci204. Acesso em 14 de jun. de 2016.

³ Industrial wireless sensor networks: Trends and developments. **ISA**. Disponível em: <<https://www.isa.org/intech/201504web/>>. Acesso em: 14 de jul. de 2017.

⁴ ARAUJO, Evanir. O Protocolo WirelessHART (Parte 1). **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/o-protocolo-wirelesshart-parte-1/>>. Acesso em: 14 de jul. de 2017.

⁵ Architecture for Industrial Internet of Things. **ISA100 Wireless**. Disponível em: <<https://isa100wci.org/en-US/Documents/PDF/3405-ISA100-WirelessSystems-Future-broch-WEB-ETSI>>. Acesso em: 15 de jul. de 2017.

⁶ SANTOS, Jacques V. dos, LUGLI, Alexandre Baratella. Comparativo e Estudo das Tecnologias Wireless para Automação Industrial. **INATEL**, Santa Rita do Sapucaí, 2012.

⁷ LOURENÇO, Éder da S., BAREA, Emerson R. A. Rede Wireless em Sistemas de Automação Industrial. **Revista de Tecnologias – FATEC v.4 n.2**, Ourinhos, 2011. Disponível em: <<http://retec.fatecourinhos.edu.br/index.php/retec/article/view/36>>. Acesso em: 15 de jul. de 2017.

⁸ Wi-Fi Alliance® introduces low power, long range Wi-Fi HaLow. **WI-FI Alliance**. Disponível em: <<http://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-low-power-long-range-wi-fi-halow>>. Acesso em: 17 de jul. de 2017.

⁹ ZigBee 3.0: The Foundation for the Internet of Things: Launched and Open for Certifications. **ZigBee Resource Guide**, pg. 5, 2016-2017. Disponível em: <<http://www.zigbeeresourceguide.com/main/>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

¹⁰ How It Works. **Bluetooth**. Disponível em: <<https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/how-it-works>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

¹¹ SILVEIRA, Cristiano Bertulucci, LOPES, Guilherme Cano. O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo. **Citisystems**, São Paulo, 17 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

¹² RIZZO, José. Saiba o que é a Indústria 4.0 e descubra as oportunidades que ela gera. **SEBRAE**, 2016. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/saiba-o-que-e-a-industria-4-0-e-descubra-as-oportunidades-que-ela-gera,11e01bc9c86f8510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

¹³ Sondagem Especial – Indústria 4.0. **Confederação Nacional da Indústria**, Ano 17, Número 2, abr. 2017. Disponível em: <<http://www.cni.org.br/sondespecial>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

¹⁴ COELHO, Pedro Miguel Nogueira. Dissertação de Mestrado: Rumo à Indústria 4.0. **Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**, Coimbra, jul. 2016.