

# Redes Industriais e Sistemas Supervisórios

Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação

# Redes sem fio em ambiente industrial

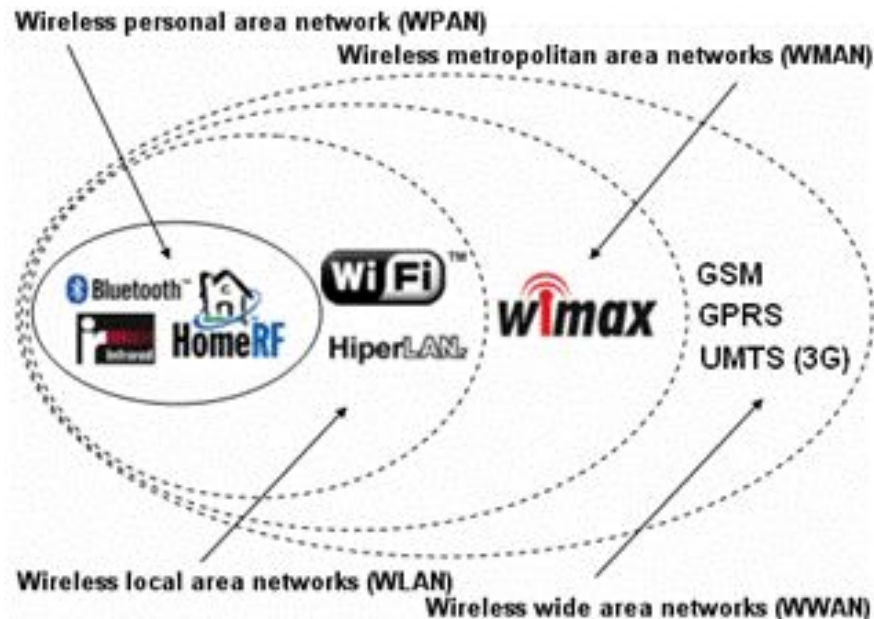
*Wireless*

# Redes sem fio para automação industrial

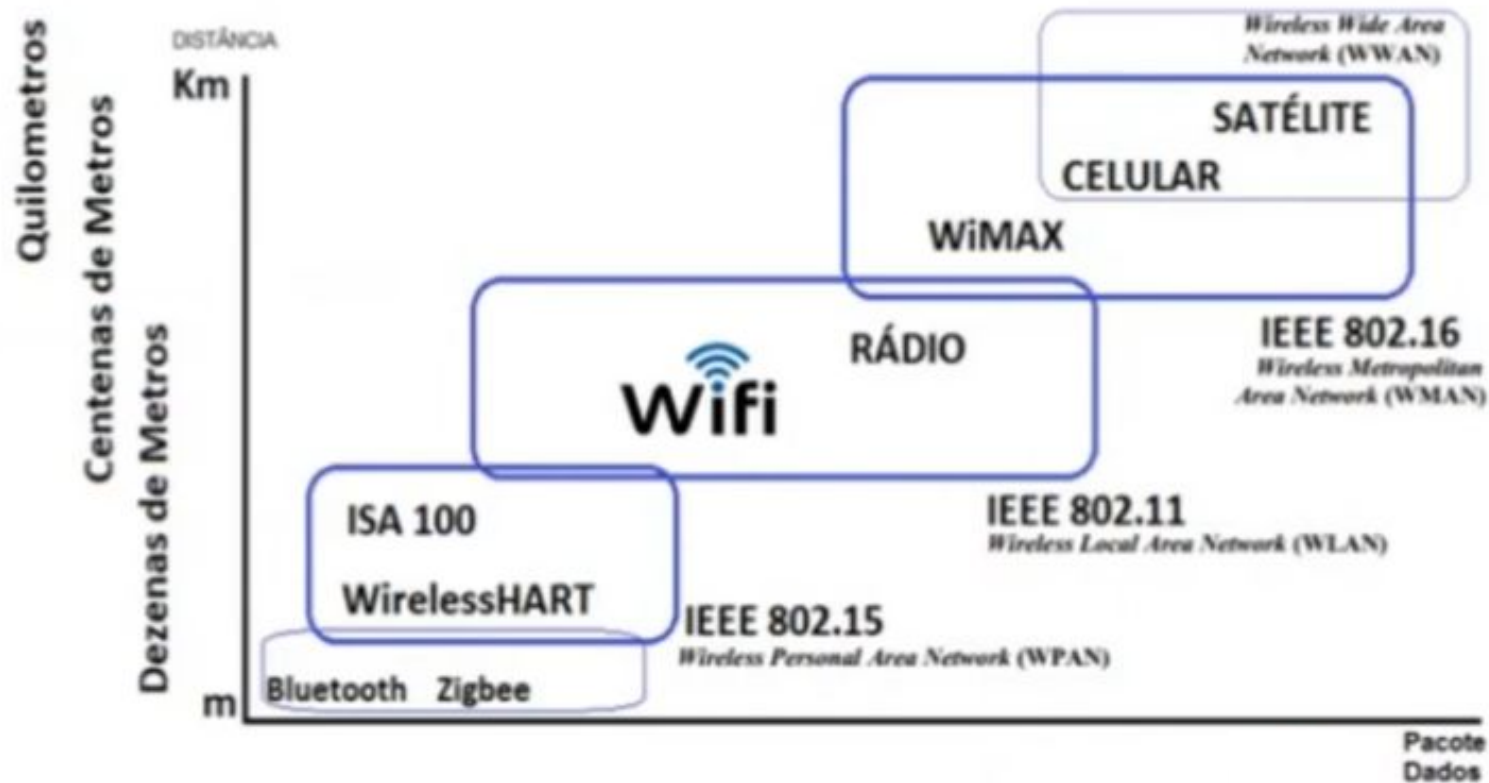
- A indústria pesquisa de forma constante novas formas de **aquisição, monitoramento e controle de dados**, sendo necessária a **obtenção de dados quantitativos e qualitativos da produção**, até mesmo em **lugares remotos, de difícil acesso ou distantes**, estimulando o avanço das tecnologias sem fio na área industrial.

# Grupos de Rede sem fio

- 1997: Padronização pelo IEEE pela norma **802.11**
- Versões: 4 grupos por raio de alcance.



# Grupos de Rede sem fio



# Principais tecnologias sem fio para automação

| Norma IEEE<br>(nome de mercado)             | 802.15.1<br>(Bluetooth)              | 802.11b<br>(Wi-Fi)          | 802.15.4<br>(ZigBee)                    | 802.15.1<br>(WISA)                          | 802.15.4<br>(WirelessHART)      |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|---------------------------------|
| Aplicação principal                         | Eliminar a fiação atual              | Ethernet industrial         | Controle e monitoração                  | Interface, sensores e atuadores             | Medições de processo e controle |
| Frequência de Operação                      | 2,4 GHz                              | 2,4 GHz                     | 2,4 GHz                                 | 2,4 GHz                                     | 2,4 GHz                         |
| Taxa de comunicação (kbps)                  | 1.000-3.000                          | 11.000                      | 20-250                                  | 1.000                                       | 11.000                          |
| Distâncias alcançadas com visada direta (m) | 30 (classe 2) 100 + (classe 1)       | 100 + (antenas direcionais) | 30-70, 100 + (com amplificador externo) | 5 m (ambiente industrial; tipicamente 10 m) | 100, até 2.000 com repetidor    |
| Número de dispositivos                      | 7                                    | 32                          | 264                                     | 120   | 250                             |
| Autonomia da bateria (dias)                 | 1 a 7                                | 0,5 a 5                     | 100-1.000 +                             | 3 a 4 anos                                  | 3,5 anos                        |
| Consumo na transmissão                      | 45 mA (classe 2) < 150 mA (classe 1) | 300 Ma                      | 30 mA                                   | 100 mA                                      | 150-300 mA                      |

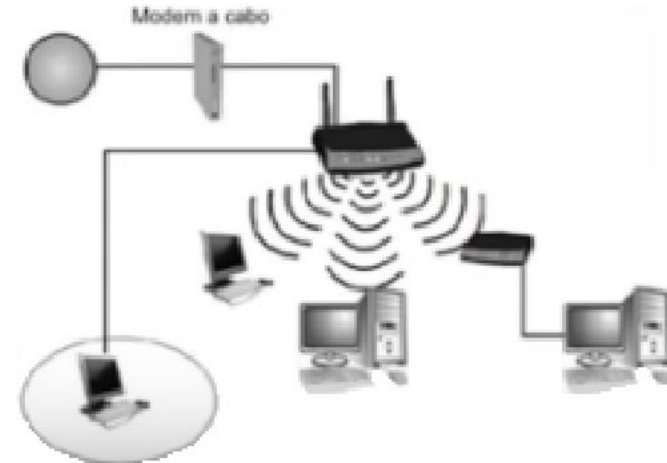
# IEEE 802.11 - WLAN - Wireless Local Area Network

- *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*
- Tecnologias sem fio destinadas à interligação de **redes locais com alcance de 100 a 300 metros**
- Extensão alternativa para as redes cabeadas Ethernet.



# IEEE 802.11 - WLAN - Wireless Local Area Network

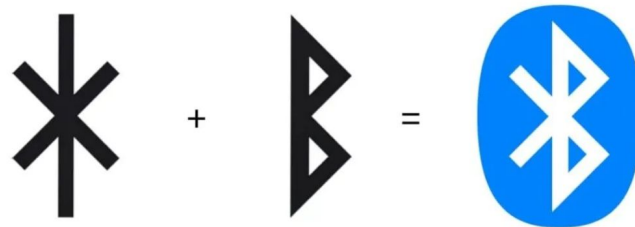
- Opera em faixas de frequências de **2,4GHz e 5GHz**
  - Banda: 2,4GHz a 2.4385GHz
  - Velocidade 11Mbps (b) / 54Mbps (g)
  - 450m em ambiente aberto
  - 50m em ambiente fechado
  - Meio de transmissão:
    - *Direct Sequence Spread Spectrum* - DSSS





# Protocolo Bluetooth (IEEE 802.15.1)

- Desenvolvido para :
  - Distâncias de até 100m;
  - Velocidade baixa: 721 kbps;
  - Boa segurança a interferências;
  - Transmissão segura de dados;
  - Comunicação modo Full-duplex.



# Redes de sensores sem fio (RSSF) para a automação industrial

- Emprego crescente em sistemas de automação industrial, comércio e residências
- Tecnologias mais difundidas:
  - Bluetooth
  - Wi-Fi
- Oferecem:
  - Segurança
  - Compatibilidade com sistemas cabeados

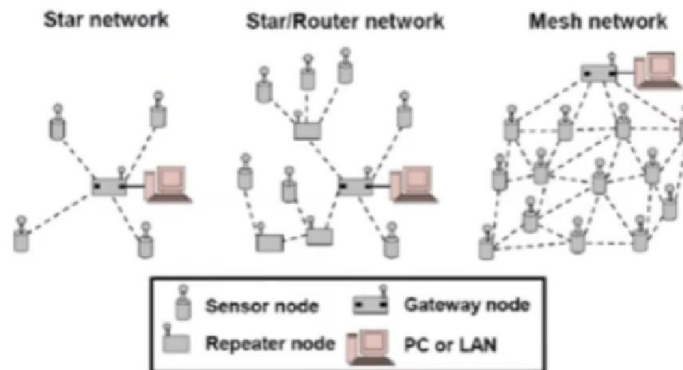
# Equipamentos das redes sem fio

- Sensores sem fio
  - Grande parte possui tecnologia de controle próprio;
  - Trabalham em **conjunto ou individualmente**.



# Equipamentos de redes sem fio

- Gateways:
  - Elementos de interconexão destinados a
    - interligar redes;
    - separar domínios de colisão;
    - traduzir protocolos.



# Equipamentos de redes sem fio

- Roteadores:
  - Elementos **operando no nível de redes**, que se utilizam de endereçamento definido neste nível para transferir e rotear mensagens de uma rede para outra.



# Equipamentos de redes sem fio

- Repetidores de sinal:
  - **Interligam sub-redes** idênticas, produzindo o efeito de extensão;
  - Atuam somente no nível físico



# Equipamentos de redes sem fio

- Pontos de acesso (*Access point*)
  - **Mais configurável:** costuma dispor de uma série de modos de uso, controles de banda e segurança;
    - Solução mais profissional para **ampliação da cobertura de uma rede sem fio.**
  - Costuma ter mais potência.



# Equipamentos de redes sem fio

- Antenas
  - São projetadas de forma que uma frequência particular irradie e receba o sinal de rádio.



Dipolo ressonante



Logperiódica



Yagi-Uda



Parabólica

|                                | Dipolo ressonante                    | Logperiódica                                | Espinha de peixe (Yagi-Uda)                      | Parabólica  |
|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| Diretividade                   | Média                                | Média                                       | Baixa  | Muito Grande (única direção)                            |
| Distância de radiação do sinal | Pequena (até 300 m em visada direta) | Média (alguns quilômetros em visada direta) | Grande (dezenas de quilômetros em visada direta) | Muito grande (centenas de quilômetros em visada direta) |





# Fatores determinantes em redes sem fio

Tolerância a  
falhas

Escalabilidade

Custo de  
produção

Ambiente de  
operação

Segurança

Consumo de  
energia

Meio de  
transmissão

Topologia da  
rede

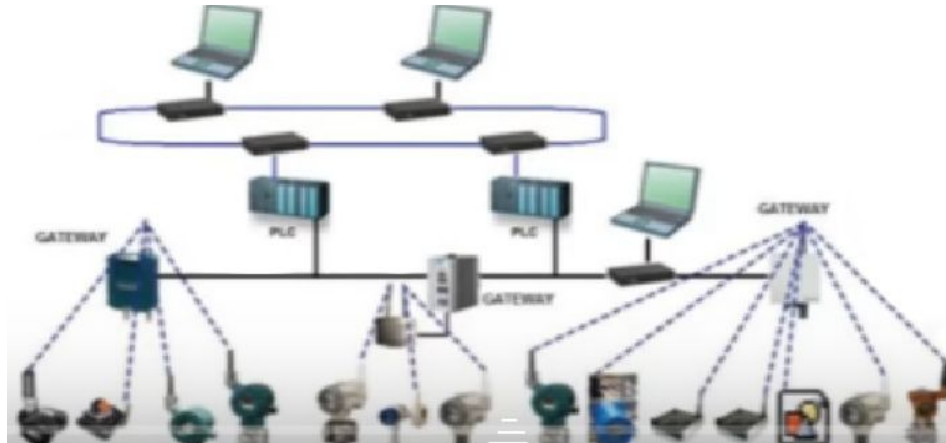
# Tolerância a falhas

- **Falhas são possíveis e aceitáveis**
  - A rede deve saber lidar com elas de maneira automática e natural;
- Sensores podem falhar por:
  - Falta de energia;
  - Falta de visibilidade entre nós;
  - Dano físico;
- A falha de alguns poucos não deve atrapalhar o restante da rede, quando dispostos em grandes quantidades.



# Escalabilidade

- A **ordem de grandeza do número de nós** de uma RSSF pode variar de centenas aos milhares;
- Novos projetos devem ser capazes de lidar com este número de nós e utilizar todo o seu potencial.



# Custo de produção

- O **preço unitário** dos nós sensores é um fator fundamental, devido ao seu grande número em uma rede;
- Se o custo de uma RSSF é maior do que uma rede de sensores cabeada, avalia-se a viabilidade financeira da sua utilização.

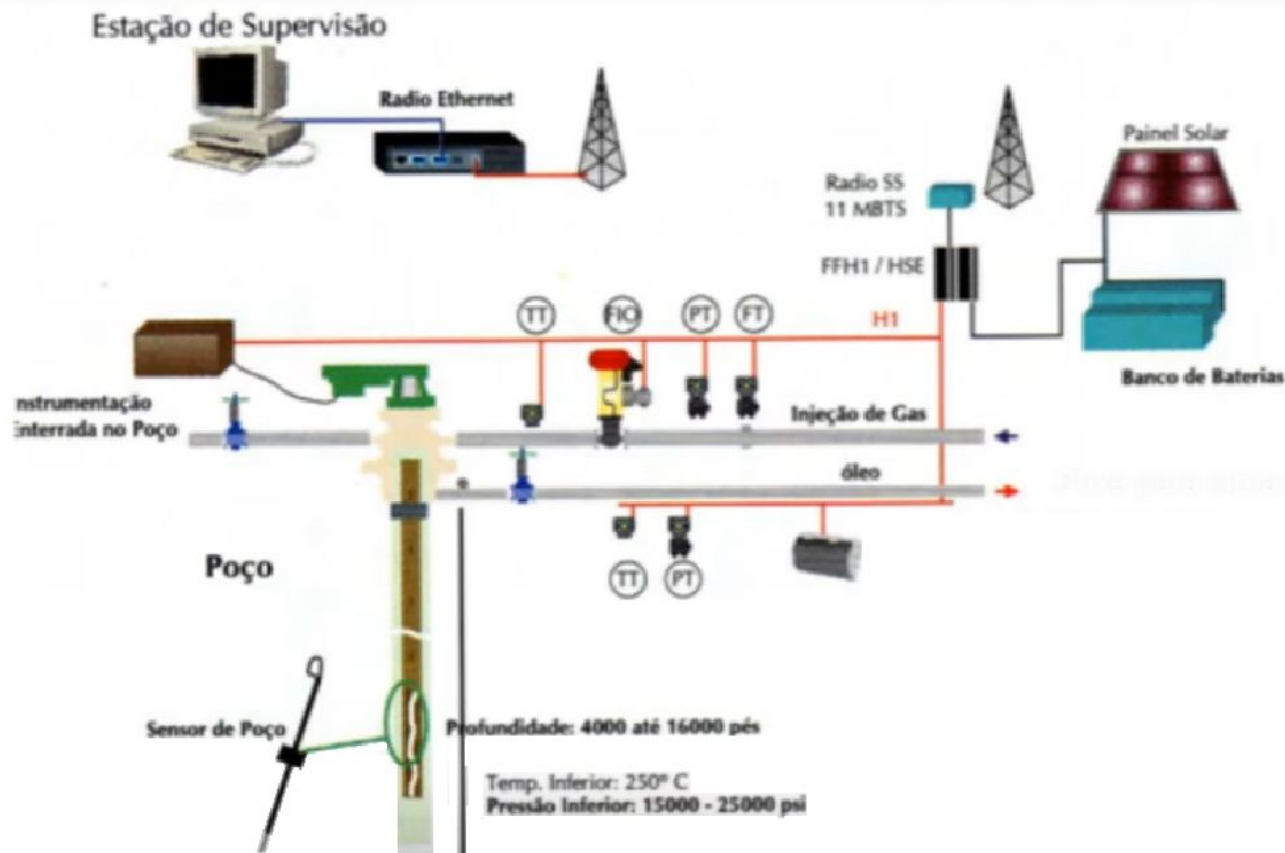
# Ambiente de operação

- **Ambiente industrial agressivo:**

- Elevada toxicidade;
- Perigo de explosão;
- Fenômenos físicos naturais;
- Segurança militar.



# Ambiente de operação



# Ambiente de operação



# Topologia de rede

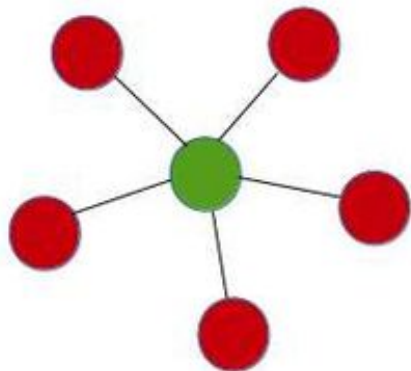
- **Possibilidade de adição de nós sensores** com problemas;
- Mudança de nós pode alterar radicalmente a topologia da rede.
  - Protocolos de roteamento específicos são necessários.



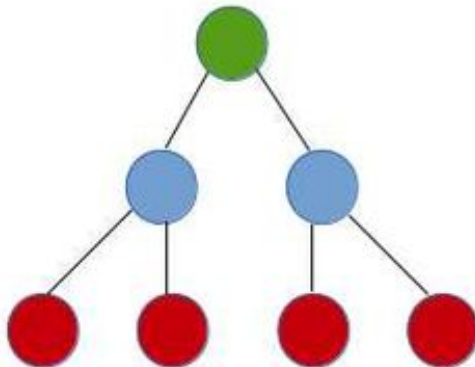


# Topologia de rede

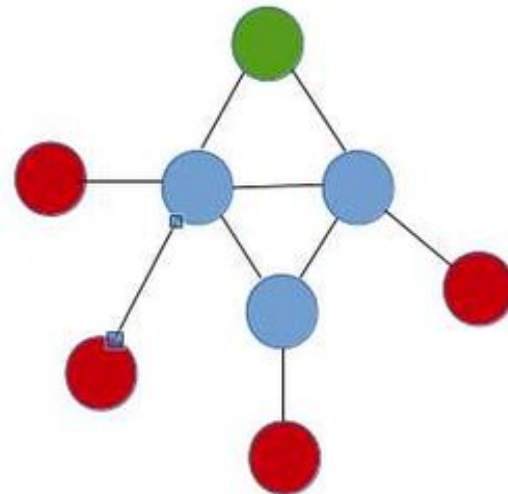
Topologia em estrela



Topologia em árvore



Topologia em malha



Coordenador



Nó final



Roteador



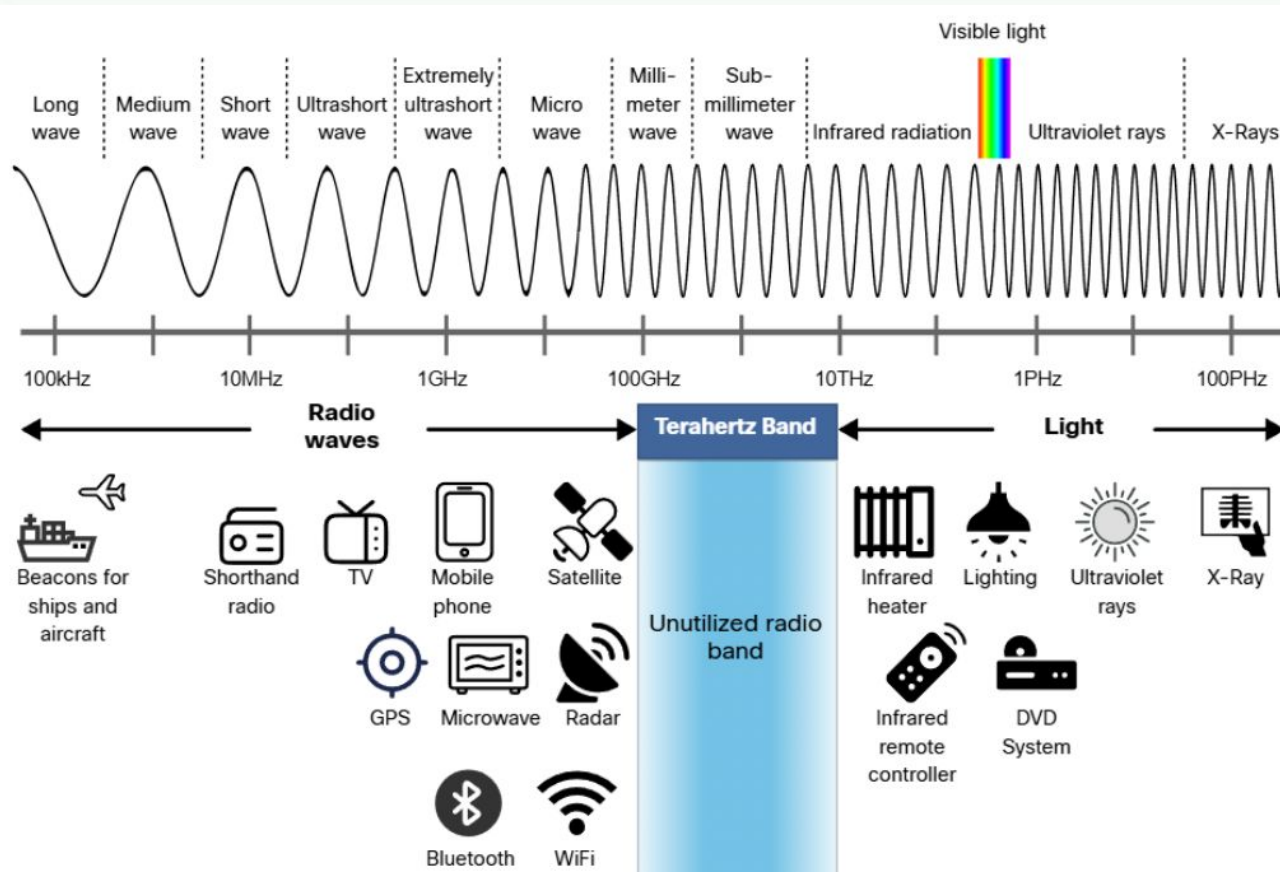
INSTITUTO FEDERAL  
São Paulo  
Câmpus Salto

# Meios de Transmissão

Radiofrequência (RF) | Infravermelho (IR) | Óptica



# Meios de Transmissão



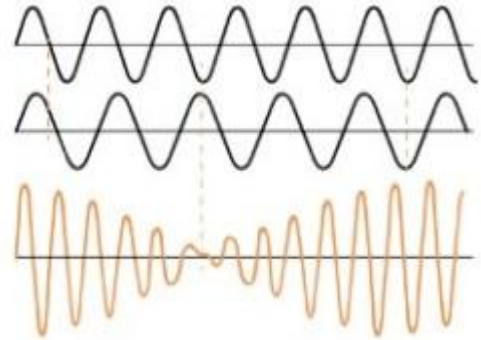
# Meios de Transmissão

- **Interferências eletromagnéticas podem provocar distorções nos dados recebidos:**

- Uso de mesma faixa de frequência;
- Canais adjacentes
- Possíveis soluções:

- Reprogramação da frequência
- Técnica de espalhamento espectral (spread spectrum)

- A largura de banda utilizada é muito maior do que o mínimo necessário



# Consumo de Energia

- Fontes de energia podem ser escassas, então **métodos de economia de energia** devem ser utilizados em todos os lugares possíveis;
- Ligar e desligar periodicamente;
- Alteração de meio físico e protocolo pode aumentar a vida útil da bateria em até 22%.

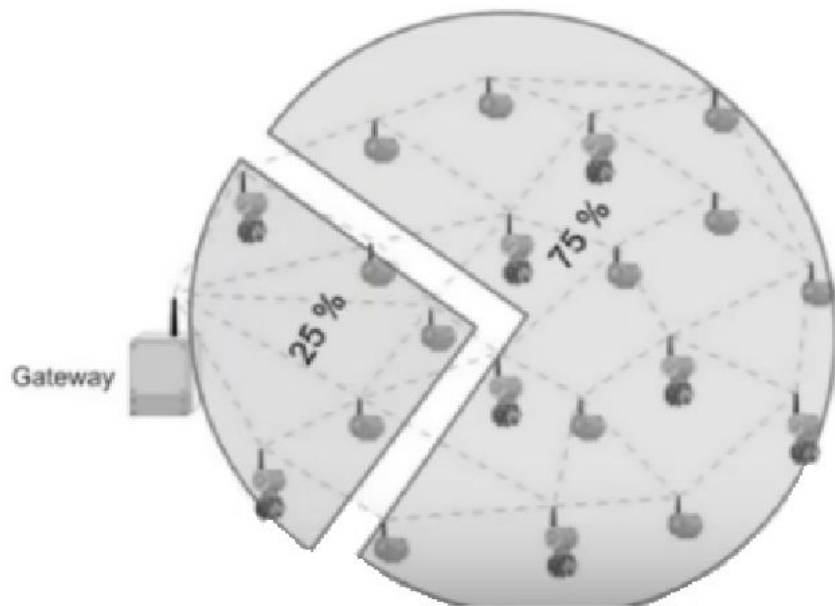


# Segurança

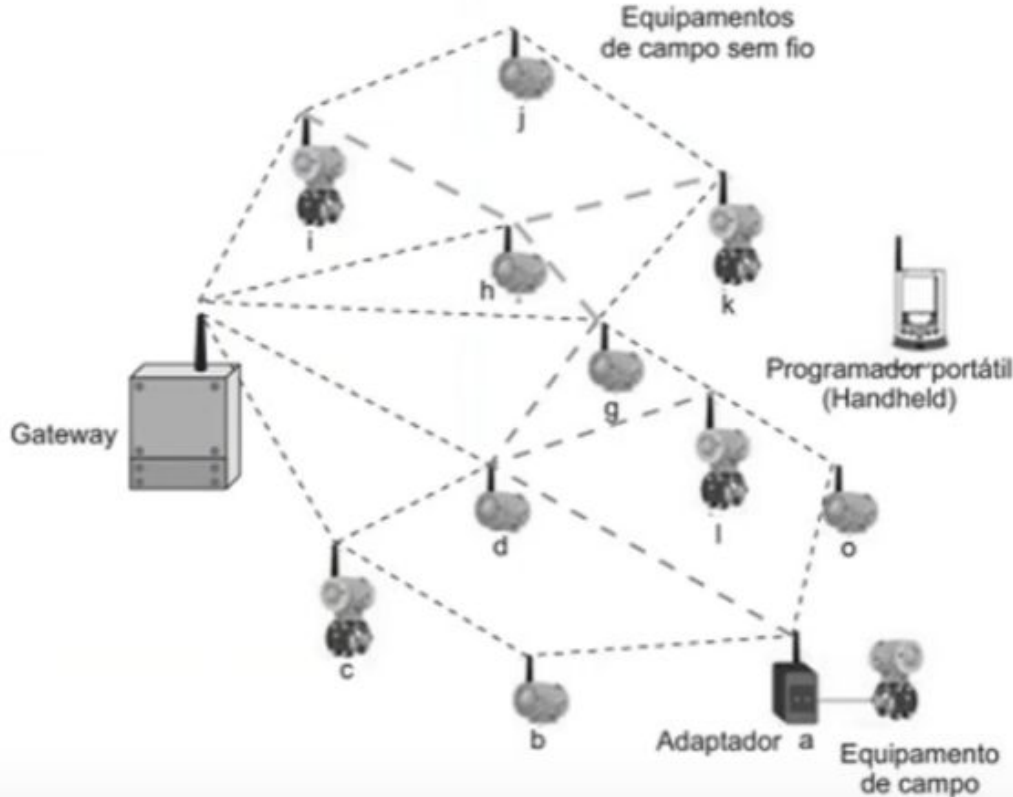
- Sistemas criptografados podem atingir níveis aceitáveis ou mesmo superiores às redes cabeadas.
- Aspectos a serem considerados:
  - **Confidencialidade**
  - **Integridade**
  - **Disponibilidade**

# Práticas recomendadas: uso de dispositivos sem fio

- Pelo menos 25% dos instrumentos devem ter conexão direta no gateway, caso contrário, utilizar repetidores.



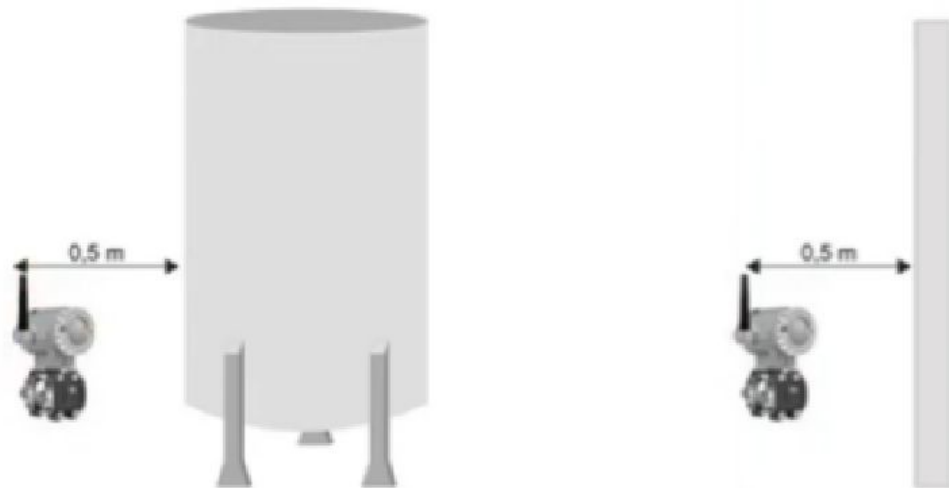
# Práticas recomendadas: uso de dispositivos sem fio



- Cada dispositivo deve ter ao menos **três vizinhos de forma segura**, o terceiro servindo de reserva, para atuar quando um dos caminhos principais estiver congestionado ou indisponível.

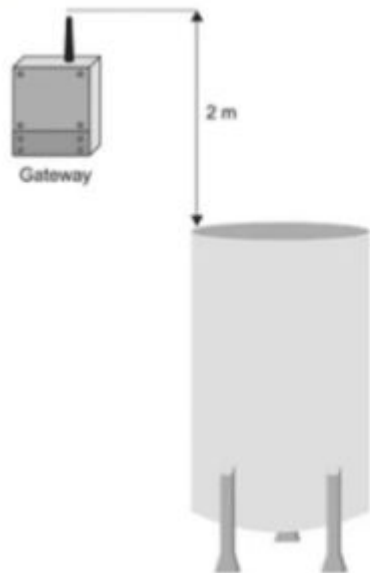


# Práticas recomendadas: uso de dispositivos sem fio



- É recomendado que antenas estejam a pelo menos **0,5 m de distância de grandes obstáculos** e superfícies para evitar reflexão do sinal.

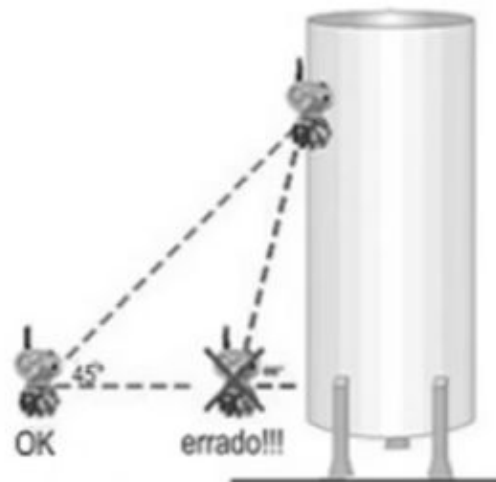
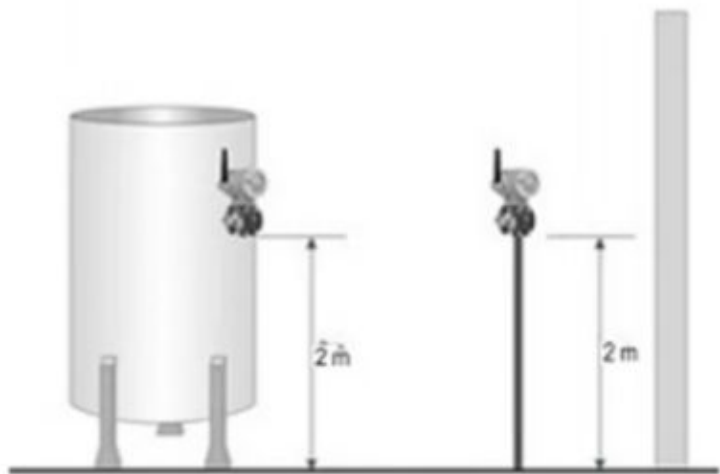
# Práticas recomendadas: uso de dispositivos sem fio



- As antenas do gateway e dos repetidores devem estar cerca de **2m acima dos maiores obstáculos.**

# Práticas recomendadas: uso de dispositivos sem fio

- É recomendado instalar instrumentos **a partir de 2m do solo**, existindo instrumentos elevados, não se excederem ângulos de visão maiores do que 45 graus.



# Conclusão

- Flexibilidade, tolerância a falhas, baixo custo, rápida instalação são desafios e características de redes de sensores, o que permitem uma vasta gama de aplicações remotas quando bem implementados.