

# **Processamento Digital de Sinais de Áudio e Internet das Coisas (PDSA&IoT)**

---

---

## **Visão Geral e Conceitos Básicos**

**Profa. Dra. Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo**

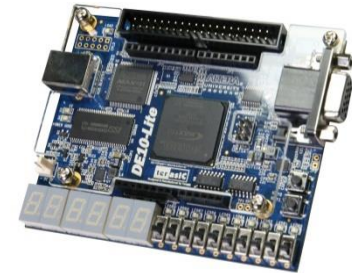
**Prof. Dr. Elmar Uwe Kurt Melcher**

[joseana@computacao.ufcg.edu.br](mailto:joseana@computacao.ufcg.edu.br)

[elmar@computacao.ufcg.edu.br](mailto:elmar@computacao.ufcg.edu.br)

**Carga Horária: 32 horas**

# Visão Geral (PDSA & IoT)



# Visão Geral (PDSA & IoT)

- **Processamento Digital de Sinais**
  - What is Signal Processing
- **Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*)**
  - Internet das Coisas – Olhar Digital
  - Future vision 2020

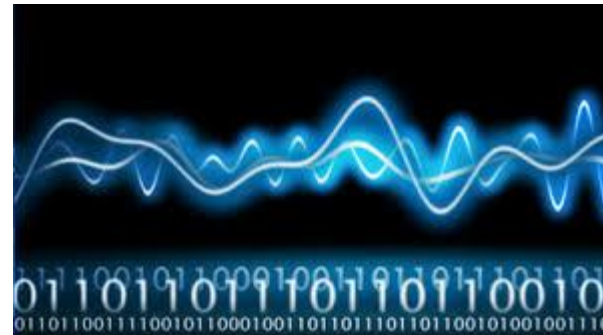
# Conceitos Básicos (PDS) ...



# Conceitos Básicos (PDS) ...

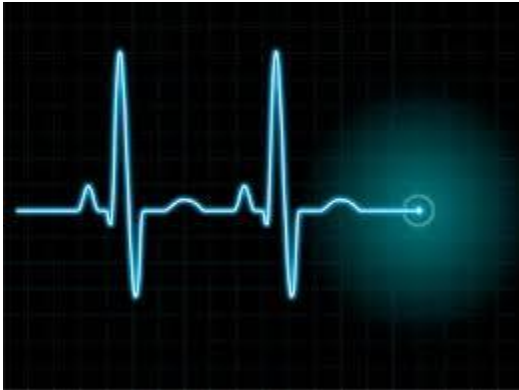
---

- **Sinal:** Função de uma ou mais variáveis que transporta informação.
- Ex.: Sinal de áudio, de imagem, de vídeo, de um sensor, sinal de recepção e transmissão, sinal de controle, taxas de interesse (Ações), velocidade do vento, pressão.

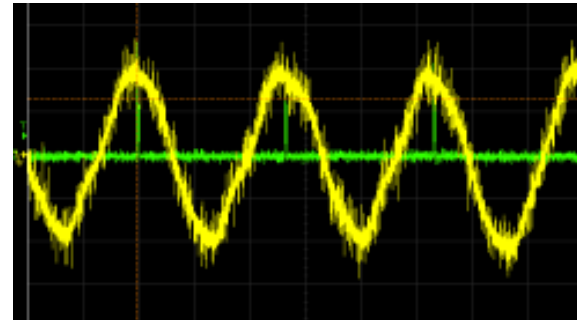


# Conceitos Básicos (PDS) ...

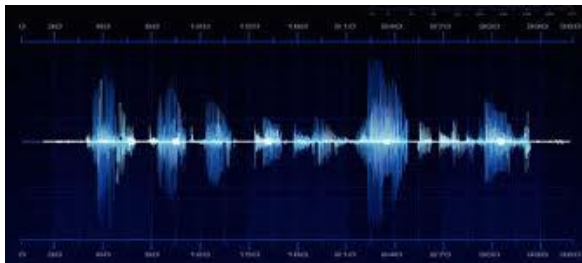
Sinal ECG



Sinal da Rede Elétrica com Ruído



Sinal de Voz



# Conceitos Básicos (PDS) ...

---

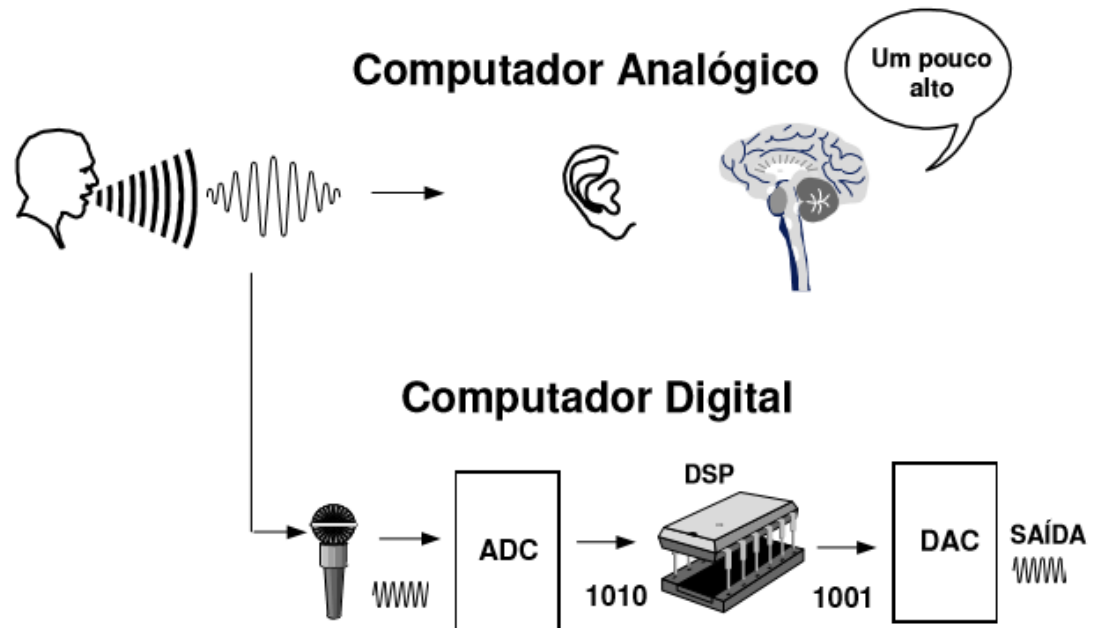
## Tipos de Sinais

- **Sinal Contínuo** (Sinal Analógico): Contínuo no tempo e na amplitude.
- **Sinal Discreto**: Discretizado no tempo e contínuo na amplitude.
- **Sinal Digital**: Discretizado no tempo e quantizado na amplitude.
  - Quantização – Amplitude assume um conjunto finito de valores.

# Conceitos Básicos (PDS) ...

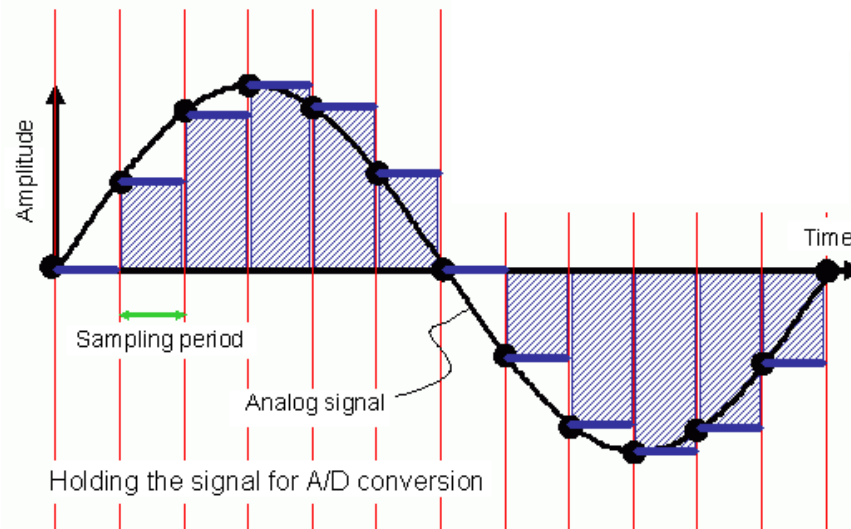
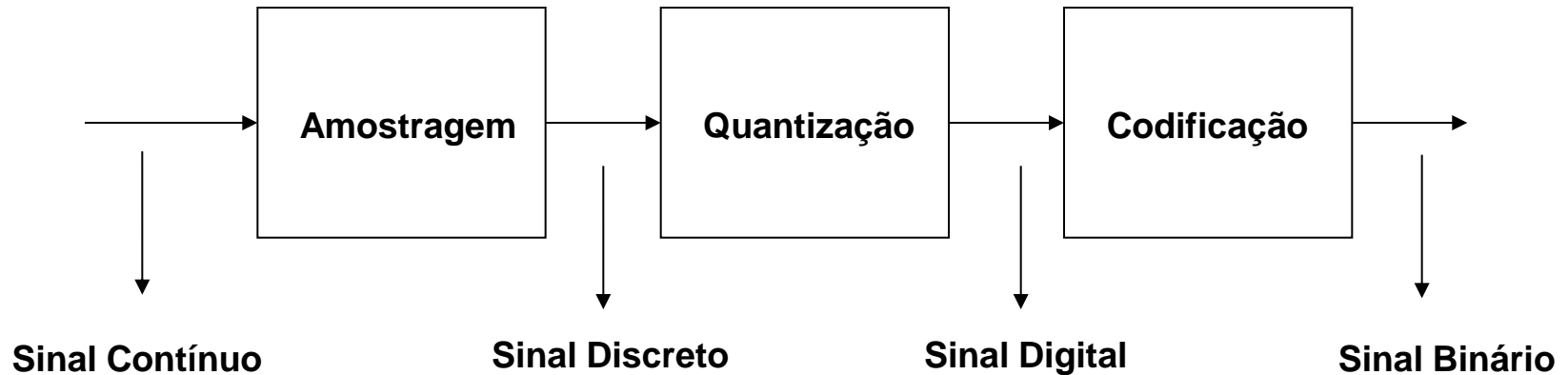
## Processamento (Analógico e Digital)

- **Antes dos anos 60:**  
Tecnologia analógica aplicada aos sinais contínuos.
- **Depois dos anos 60:**  
Tecnologia digital aplicada aos sinais digitais.





# Conceitos Básicos (PDS) ...



# Conceitos Básicos (PDS) ...

## Hardware

Processamento Analógico	Processamento Digital
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Resistores</li><li>▪ Capacitores</li><li>▪ Indutores</li><li>▪ Diodos</li><li>▪ Transistores</li><li>▪ Amplificadores Operacionais</li><li>▪ Entre outros.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Conversores A/D e D/A</li><li>▪ Microprocessadores</li><li>▪ Microcontroladores</li><li>▪ DSP (Processadores)</li><li>▪ Somadores e Multiplicadores</li><li>▪ FPGA</li><li>▪ Entre outros</li></ul>

# Conceitos Básicos (PDS) ...

---

## Vantagens

- Menos susceptível ao ruído e à interferência.
- Facilidade de armazenar informação.
- Maior flexibilidade.
  - Sinais e Sistemas podem ser facilmente alterados.

# Conceitos Básicos (PDS) ...

---

## Limitações

- Limitação da Faixa de Frequência disponível para o processamento.
- Baixa Amplitude (quantização difícil).

# Conceitos Básicos (PDS)

---

## Exemplos de Aplicações

- Telecomunicações.
- Controle e Automação.
- Qualidade de Energia.
- Vídeo e **Áudio**.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

- **Áudio:** responsável por uma das principais sensações do ser humano.
- Exemplos de Aplicações do PDSA
  - Música.
  - Síntese de Voz.
  - Reconhecimento (Voz e Locutor).

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

## Áudio é Som

### Vibrações Sonoras:

- propagam-se como ondas de pressão atmosférica;
- convertidas em sinais elétricos por transdutores;
- transdutores - elétrico para acústico – alto-falantes;
- transdutores - acústico para elétrico – microfones.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

- **Vibrações Sonoras:**

- potência proporcional ao quadrado da amplitude das vibrações;
- **forma mais simples** - onda senoidal;
- **formas complexas** - podem sempre ser analisadas como combinação de ondas senoidais.



# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

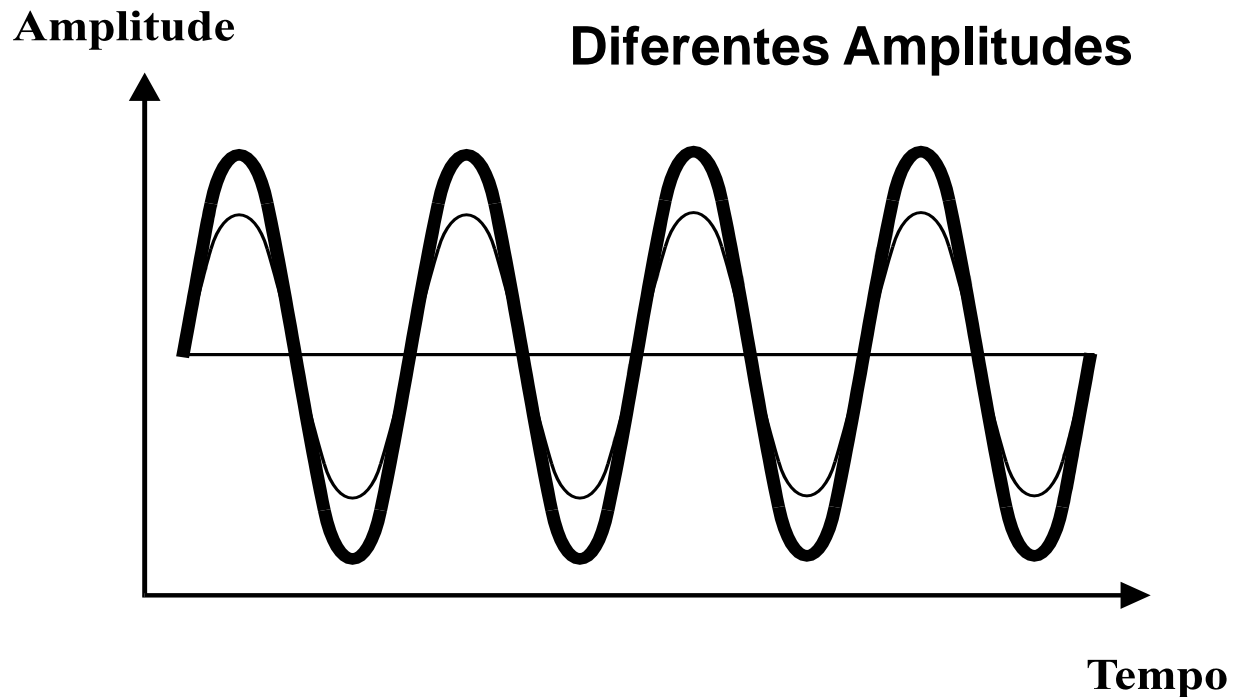
## Parâmetros Perceptuais do Som

- **Intensidade:** percepção da amplitude e da energia.
  - Propriedade do som de ser fraco ou forte.
- **Altura:** percepção da frequência fundamental.
  - Propriedade do som de ser grave ou agudo.
- **Fase:** normalmente imperceptível.
- **Timbre:** percepção da complexidade.
  - Permite reconhecer a origem do som.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## A Intensidade

- Representação da amplitude da vibração sonora – potência acústica entregue pelo sinal.



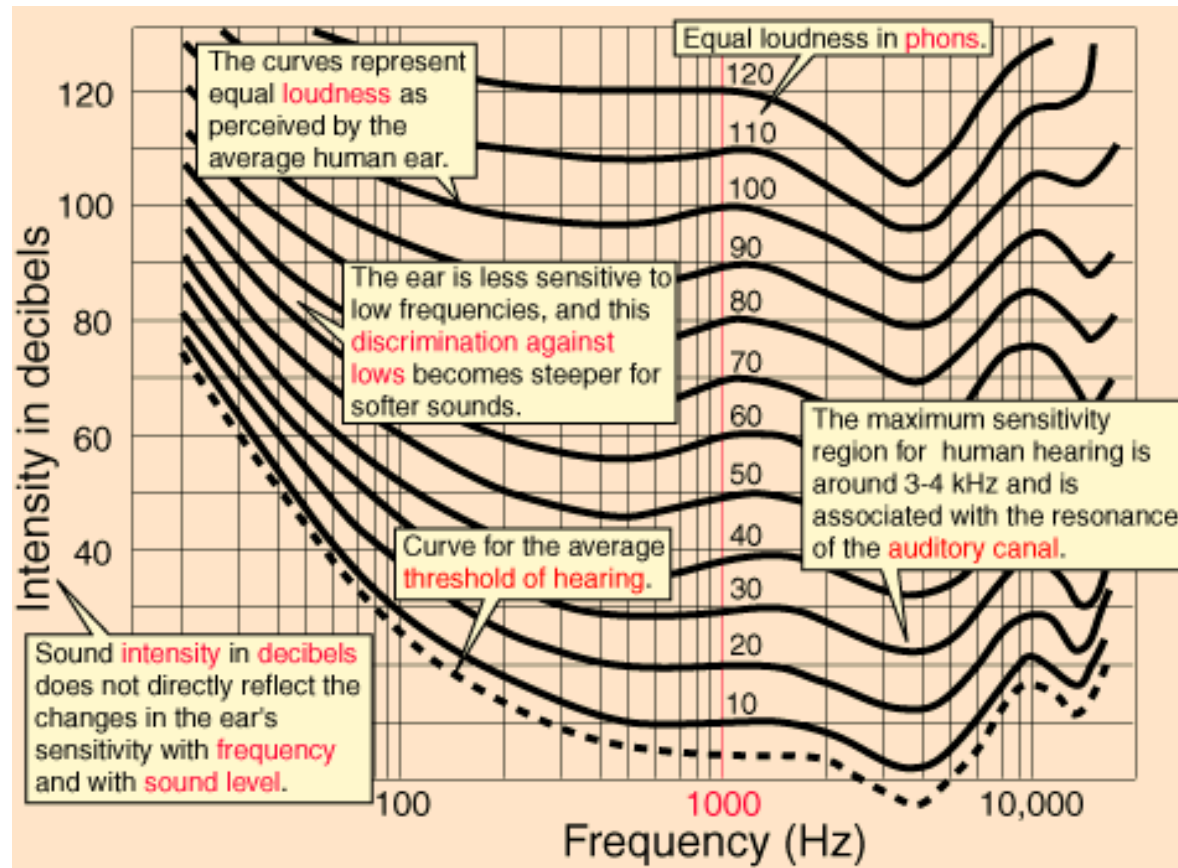
# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## Parâmetros Perceptuais do Som

Exemplo de som	Nível (dB)
Limiar da audibilidade	0
Estúdio acústico	20
Sala de estar	40
Conversação normal, a 1m	60
Rua de cidade	80
Grito a 1,5m	100
Decolagem de jato	120

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

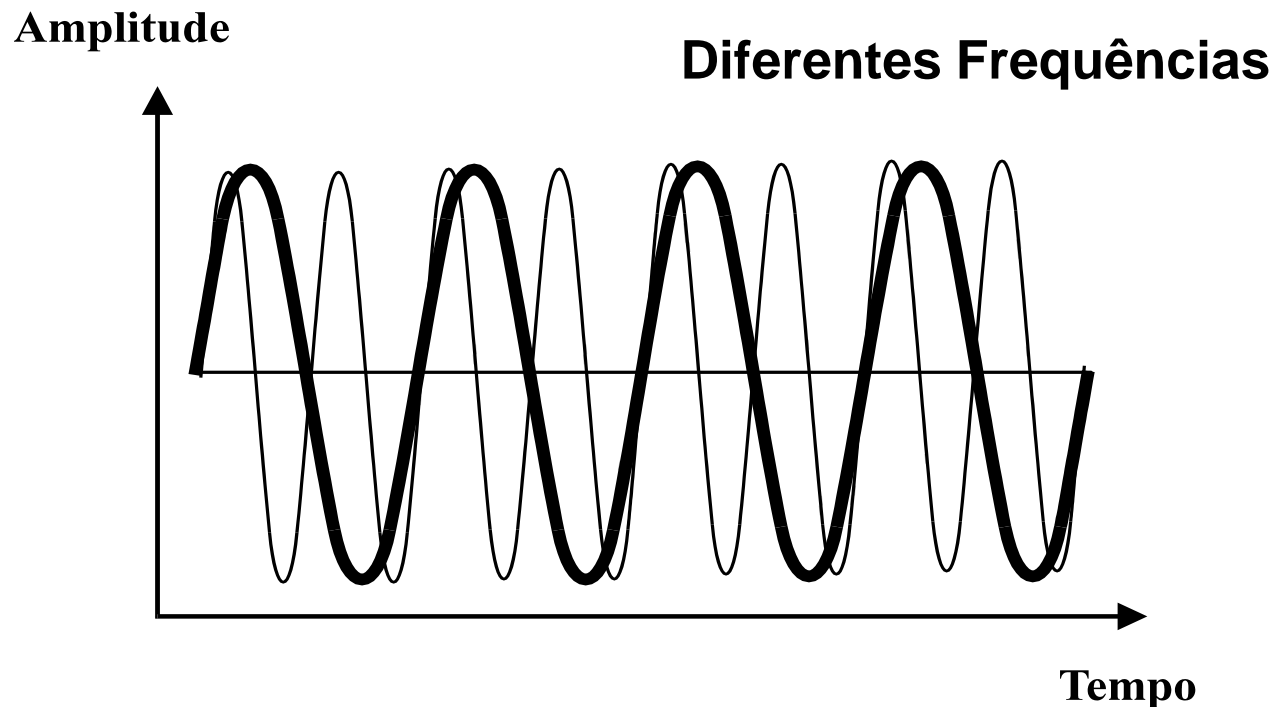
## Parâmetros Perceptuais do Som



# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## A Altura

- A frequência fundamental define a altura (*pitch*) do som – Hz (ciclos/s)

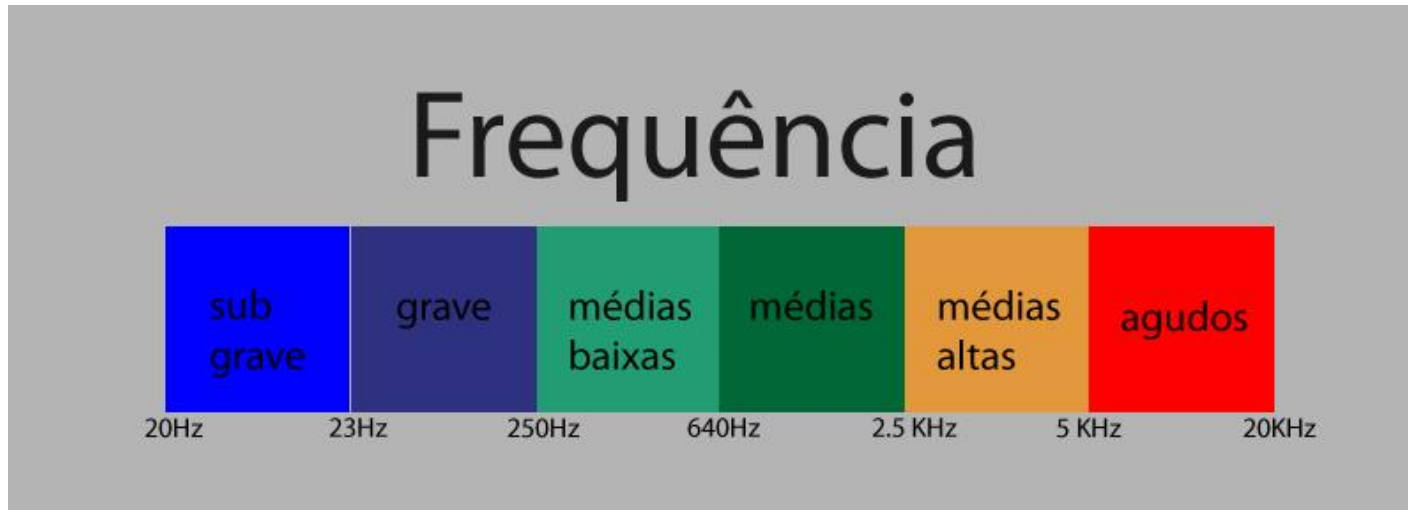


# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

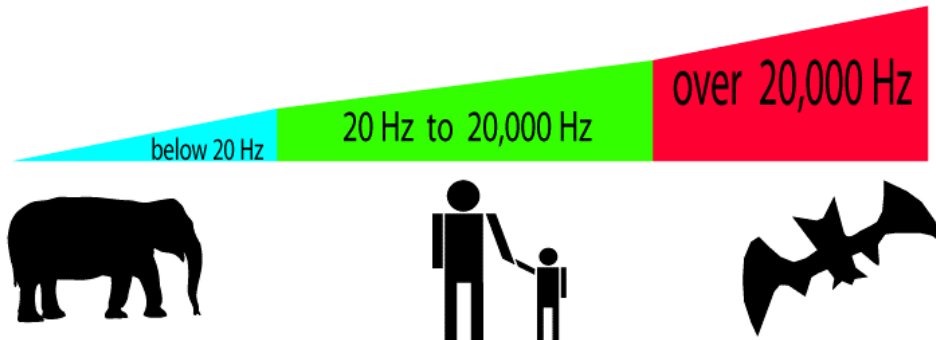
- Sons de altura menor – mais graves
- Sons de altura maior – mais agudos
- Homens – cerca de 120 Hz
- Mulheres – cerca de 220 Hz
- Crianças – cerca de 300 Hz
- Ouvido humano – 16 Hz a 15 kHz – 20 kHz
- Telefonia – 300 Hz a 3.500 Hz.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...



INFRA SOUND

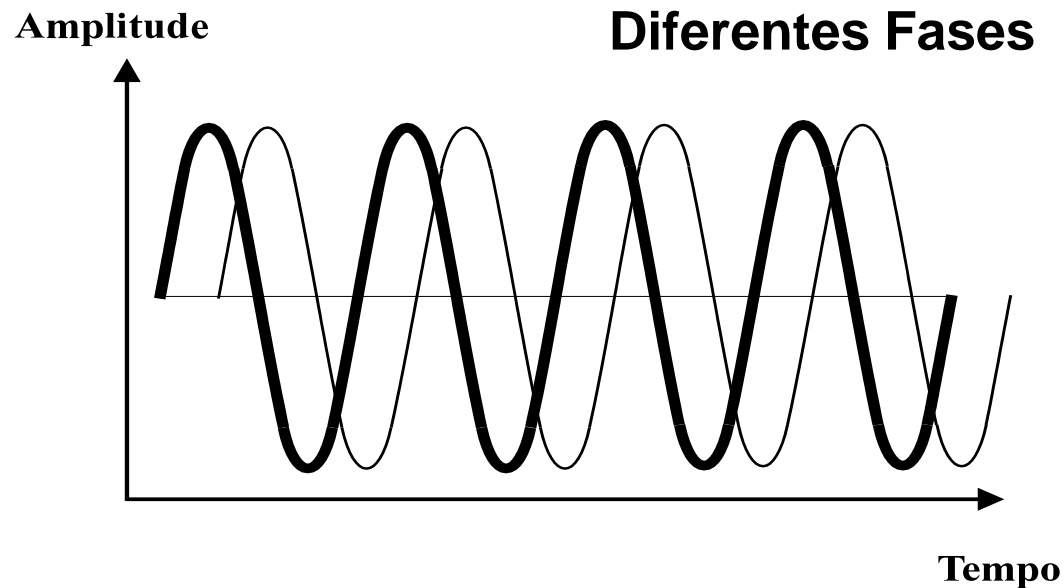
ULTRA SOUND



# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## A Fase

- Ângulo inicial da senóide.
- O ouvido é praticamente insensível à fase.
- Útil em codificação de dados e vídeo.



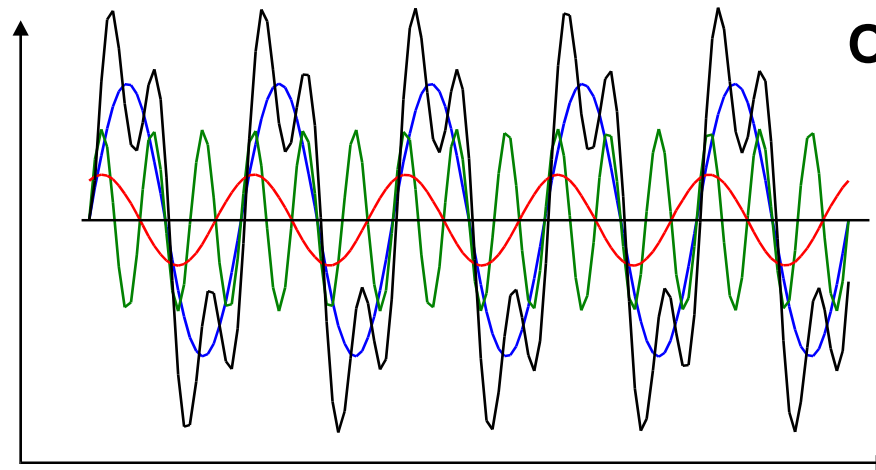


# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## O Timbre

- Permite diferenciar as notas de mesma altura e intensidade tocadas em instrumentos diferentes.

Amplitude



Onda Composta

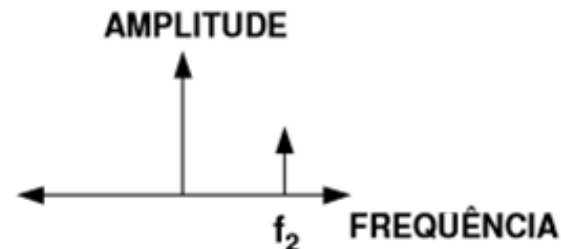
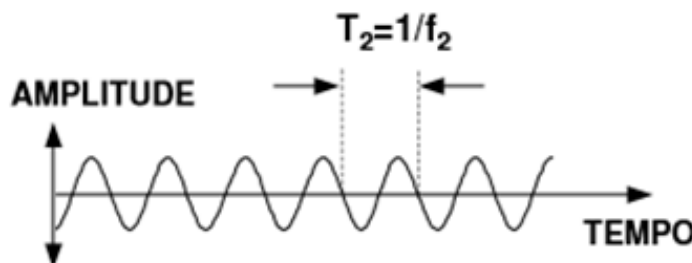
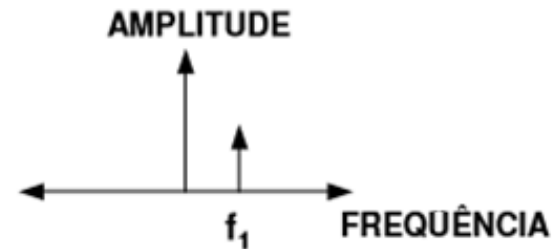
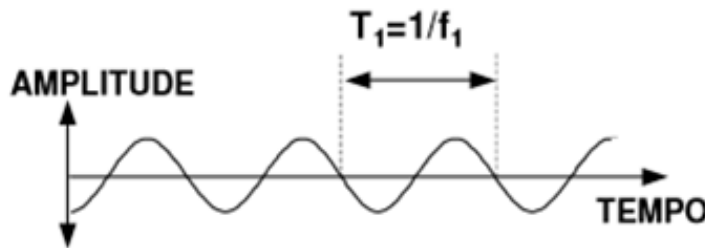
- **Timbre diferente (ouvido humano)** - Cada combinação suficientemente diferente de freqüências, amplitudes e fases.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

## Formas de Processamento

- Domínio do Tempo
- Domínio da Frequência

Conhecimento importante:  
**Transformada de Fourier**



# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

## Processamento no Domínio do Tempo

- armazenar e recuperar arquivos de som.
- cortar, copiar e colar segmentos de arquivos de som.
- realçar, atenuar e mixar segmentos de arquivos de som.

# Conceitos Básicos (PDSA) ...

---

## Processamento no Domínio da Frequência

- filtragem digital e recuperação de gravações.
- ajustes de duração e altura de amostras de som.
- várias técnicas de síntese musical.
- síntese, identificação e reconhecimento de voz.

# Conceitos Básicos (IoT) ...



# Conceitos Básicos (IoT) ...

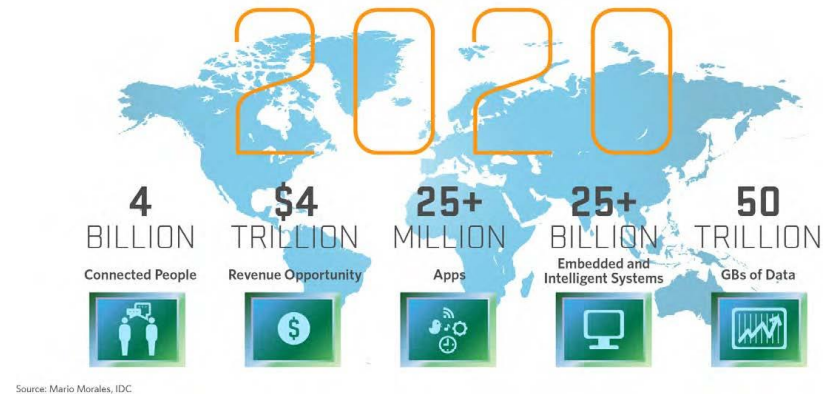
## O que é IoT?

“... uma variedade de coisas e objetos que através de conexões com ou sem fio, por meio de uma plataforma (internet), conseguem interagir e cooperar entre eles para criar novas aplicações ou serviços.”

(Vermesan & Friess, 2013)

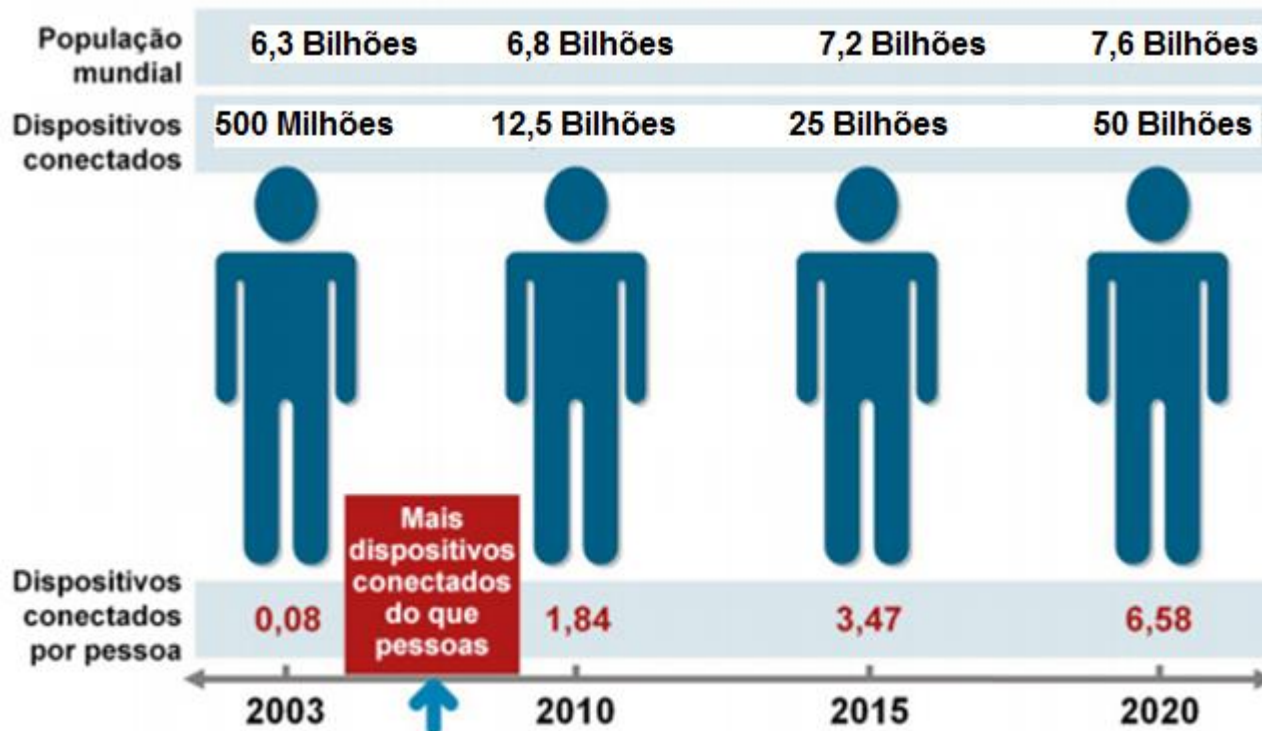
“É a rede de objetos físicos que possuem tecnologia embarcada para comunicar, captar sinais e interagir consigo mesmos ou com o ambiente externo.”

(Garter)



# Conceitos Básicos (IoT) ...

IoT “nasceu” entre 2008 e 2009.



Fonte: Cisco IBSG, abril de 2011

# Conceitos Básicos (IoT) ...

## No Brasil

- O Governo Federal criou em 2014 a câmara de gestão M2M para acompanhar, subsidiar e promover a comunicação M2M (*Machine to Machine*) e a internet das coisas no país.



M2M possibilita o funcionamento de diversos serviços, como: rastreamento automatizado de veículos (AVL), serviços públicos, serviços financeiros (ATM's e POS), segurança patrimonial, telemetria, automação industrial, gerenciamento de trânsito, smart metering (medidores inteligentes), smart grid (redes de energia elétrica inteligentes), distribuição de petróleo e derivados, Agrobusiness e meio ambiente, saúde e outros. O M2M tem sido considerado um subconjunto da Internet das coisas onde não existe intervenção humana na comunicação. O Brasil terminou setembro de 2016 com 12,1 milhões de acessos M2M. 4,8 milhões eram M2M Especial e 7,3 milhões M2M Padrão.



# Conceitos Básicos (IoT) ...

---

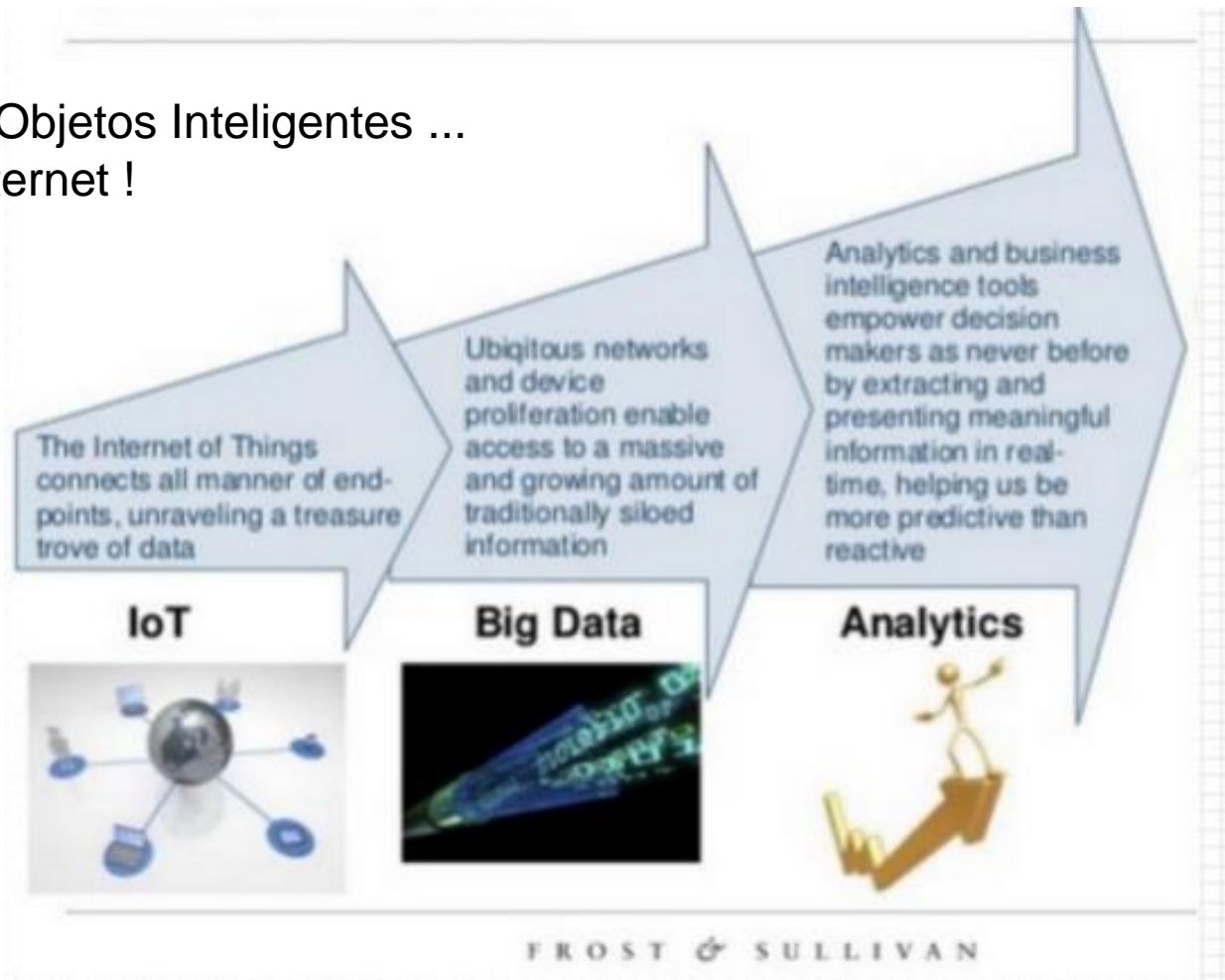
## Internet das ...

<b>Coisas</b>	<b>(IoT)</b>
Industrial Internet of Things	(IIoT)
Aparelhos	(IoD)
Pessoas, lugares, protocolos e plataformas	(IoP)
Aplicações	(IoA)
Armazenamentos	(IoS)
De todas as Coisas	(IoE)
Entra máquinas	(M2M)

*Source: Schulz (2014)*

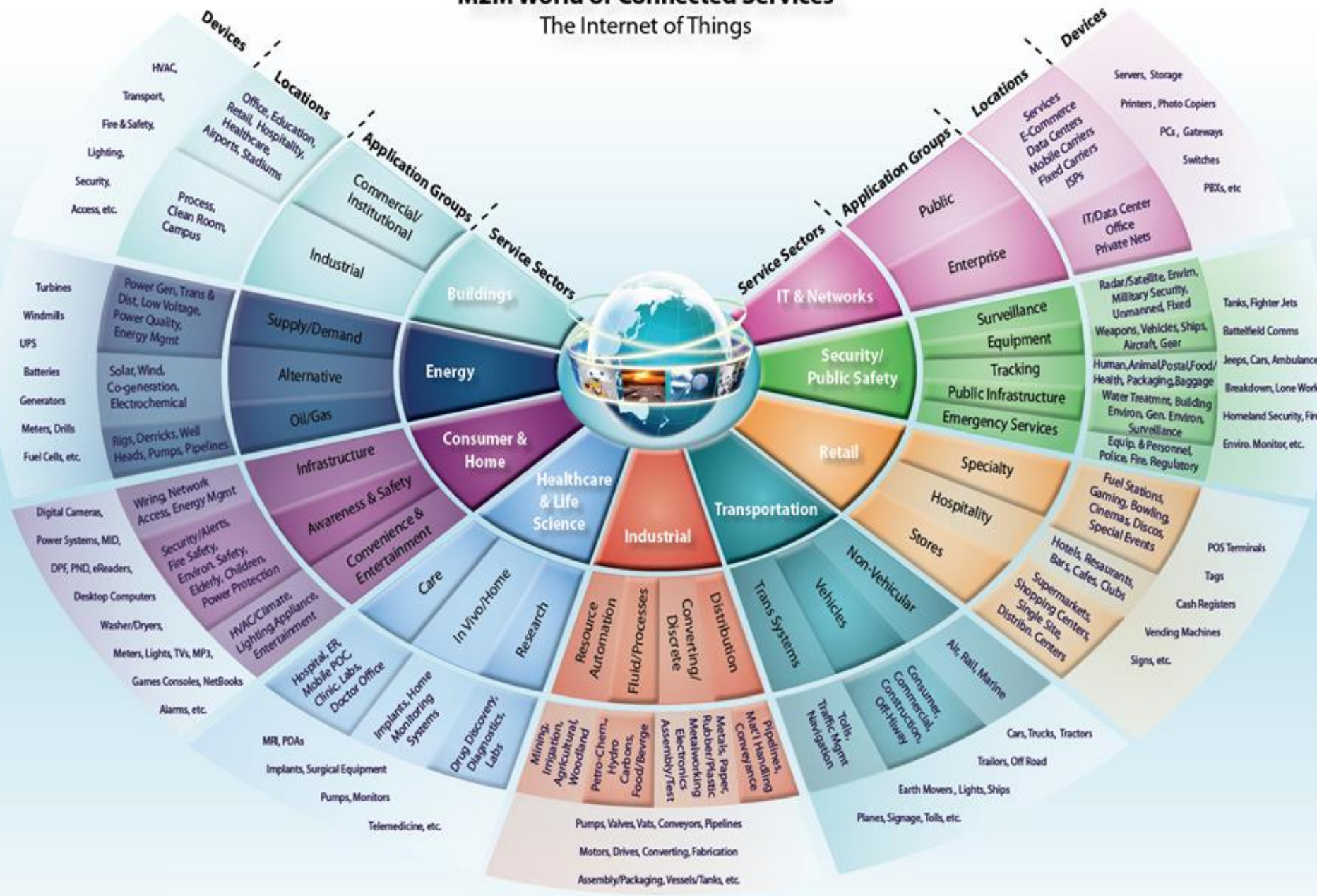
# Conceitos Básicos (IoT) ...

Interação com Objetos Inteligentes ...  
Por meio da Internet !



# M2M World of Connected Services

## The Internet of Things



# The Smart *Internet of Things* School

Personalized learning with adaptive eTextbooks

Digital classroom white boards and display

iBeacons



Complete coverage with high performance Wi-Fi



Wearables for athletics and attendance tracking

Video recorders for lecture capture



Sensors on trash receptacles



Supplies and inventory tracking by sensor with auto-reorder

International Collaboration and social exchange

Online testing

Robot cleaning



Augmented and virtual reality



Makerspaces with 3D printers and laser trimmers

Student devices & eTextbooks

- Notebooks
- Tablets
- Smartphones



Robotics for STEM and remote presence



Internet of Things-based HVAC

Monitor and display of air quality throughout school

File and program storage, local or cloud-based

- Demographics, academics, behavior, interests
- LMS, CMS, SIS
- Educational programs and applications
- Video files: lectures and recorded lab experiments



Network application analytics to monitor devices and network behavior

Surveillance security cameras

Wi-Fi sensors and locks

- Entrances and exits
- Classroom doors

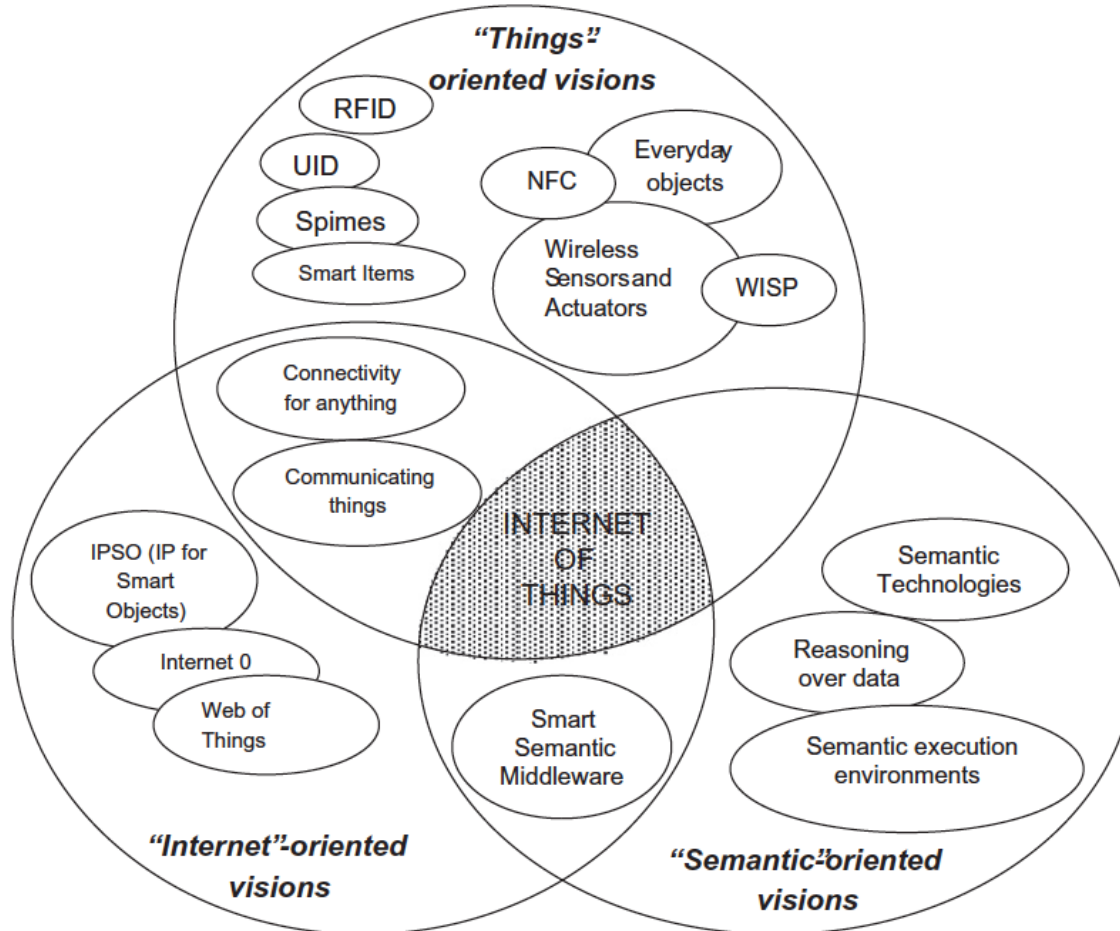


Sensors in parking lot and driveways

Sensors track buses and verify student passengers

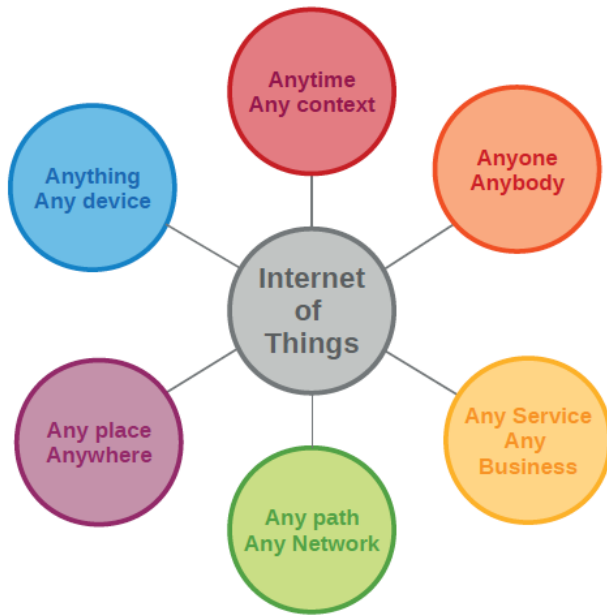


# Conceitos Básicos (IoT) ...

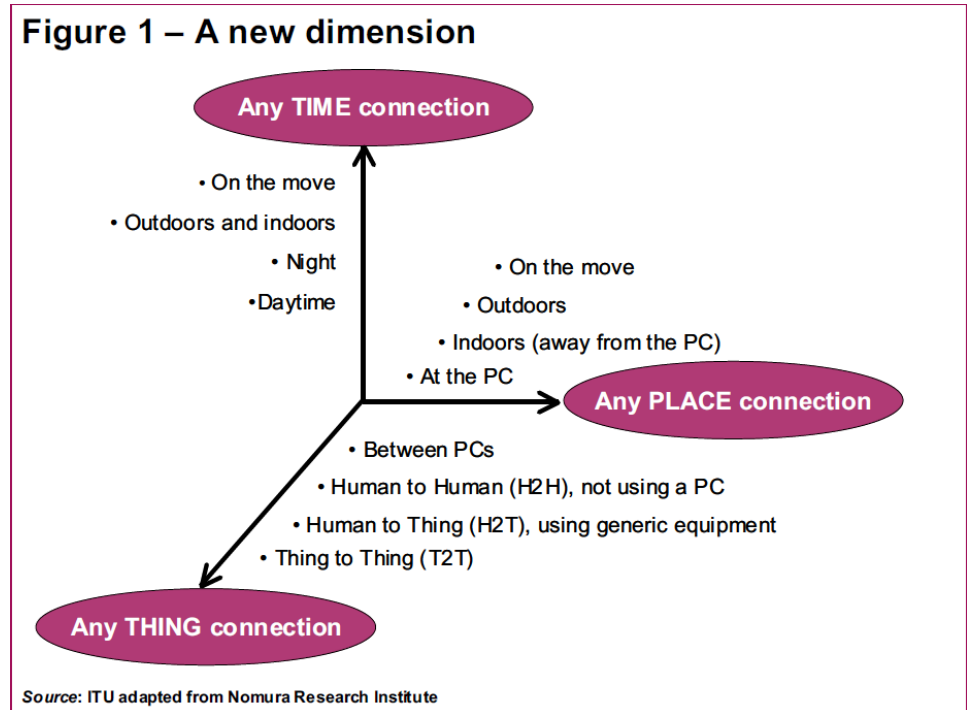


Fonte: University of California San Diego

# Conceitos Básicos (IoT) ...



Source: (Perera et al., 2014)



IoT conecta tudo (seres vivos e aparelhos) a toda hora em qualquer lugar.

# Conceitos Básicos (IoT) ...

## Requisitos e Exigências

1. Redes
2. Segurança da Informação
3. Ciência dos Dados
4. Nuvem
5. Ferramentas
  - Hardware
  - Software



# Conceitos Básicos (IoT) ...

---

## Requisitos e Exigências de Hardware

1. Conexão física sem fio (raramente com fio).
2. Poder computacional suficiente para funcionar como servidor HTML e browser HTML.
3. Custo menor do que a “coisa”.
4. Tamanho pequeno o suficiente para caber na “coisa” sem aumentar o seu tamanho.
5. Consumo de energia pequeno o suficiente para viabilizar a aplicação.



# Mercado de IoT (Mundo)

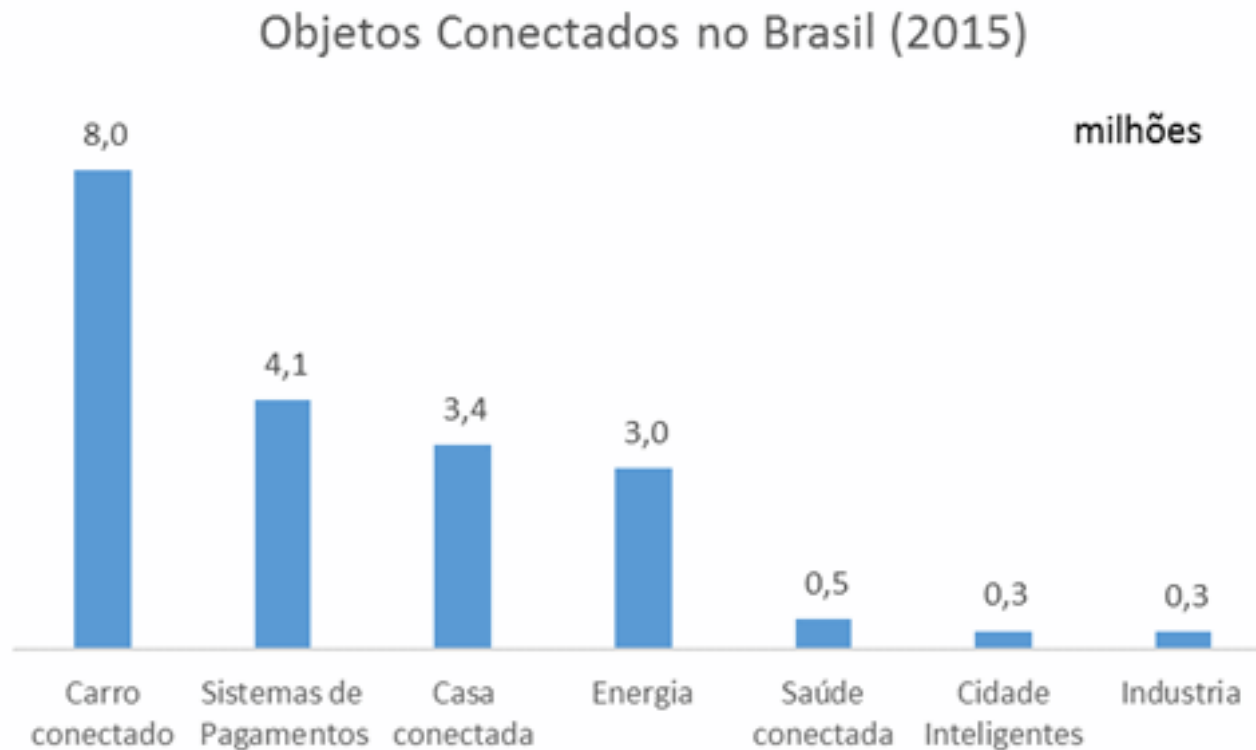
**2013:** 9,1 bilhões de unidades IoT  
US\$ 1.9 trilhão

**2020:** 28,1 bilhões de unidades IoT  
US\$ 8 trilhões (estimados)

A IoT deverá demandar investimentos de US\$ 6 trilhões, ou 1,25% do PIB global, no quinquênio 2015-2020.

**2018** - pelo menos metade do mundo estará conectado à internet (atualmente, o índice é de 46,4%, conforme o site Internet World Stats).  
**2020** - ainda pelos dados da BI e do Goldman Sachs, o preço do hardware deve despencar, o que elevará o número de equipamentos IoT a 24 bilhões instalados.

# Mercado de IoT (Brasil)



**2013:** o Brasil tinha a terceira maior base deste tipo de equipamento no mundo, com mais conexões que alguns países como Japão e Reino Unido (Qualcomm).

# Risco de IoT ...

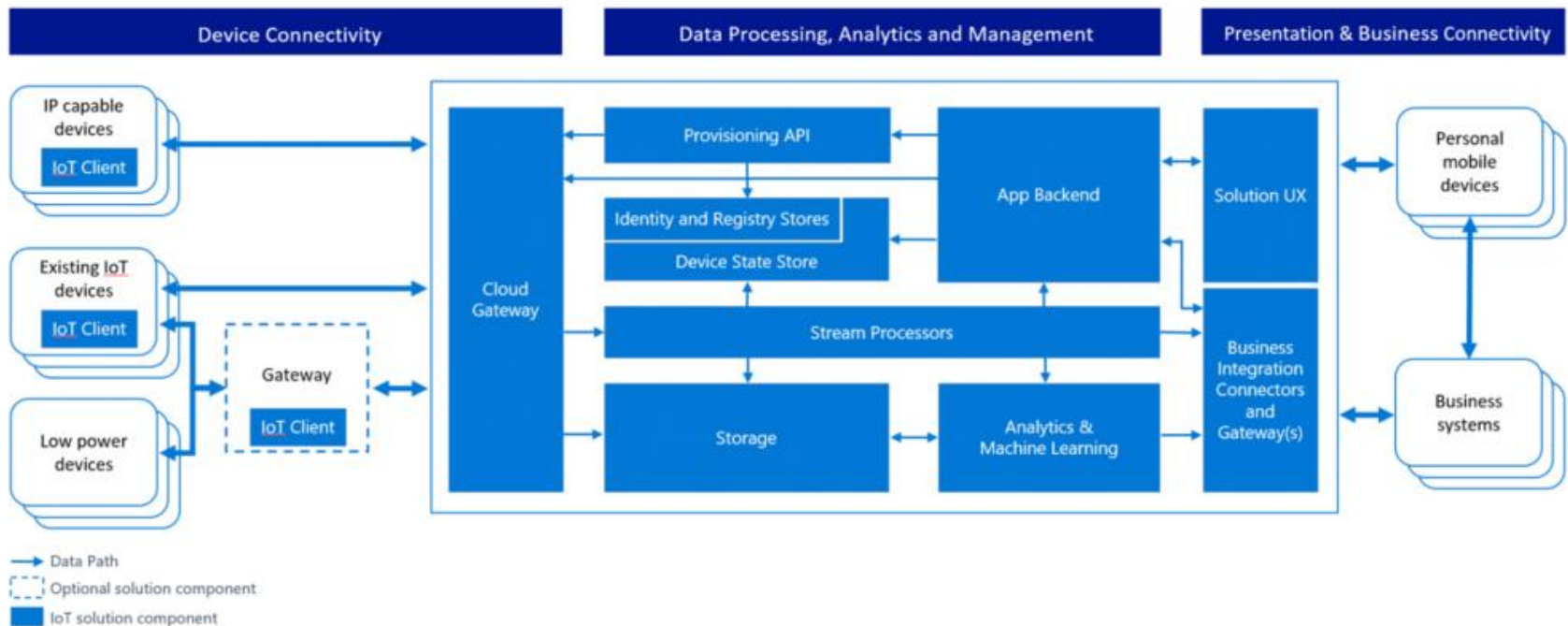
---

- ◆ IoT leva ao uso de sensores e atuadores que podem ser lidos e manipulados pela internet.
- ◆ Ataques podem
  - explorar informações obtidas;
  - manipular aparelhos, prejudicando pessoas.
- ◆ Considerando todas as aplicações já citadas!

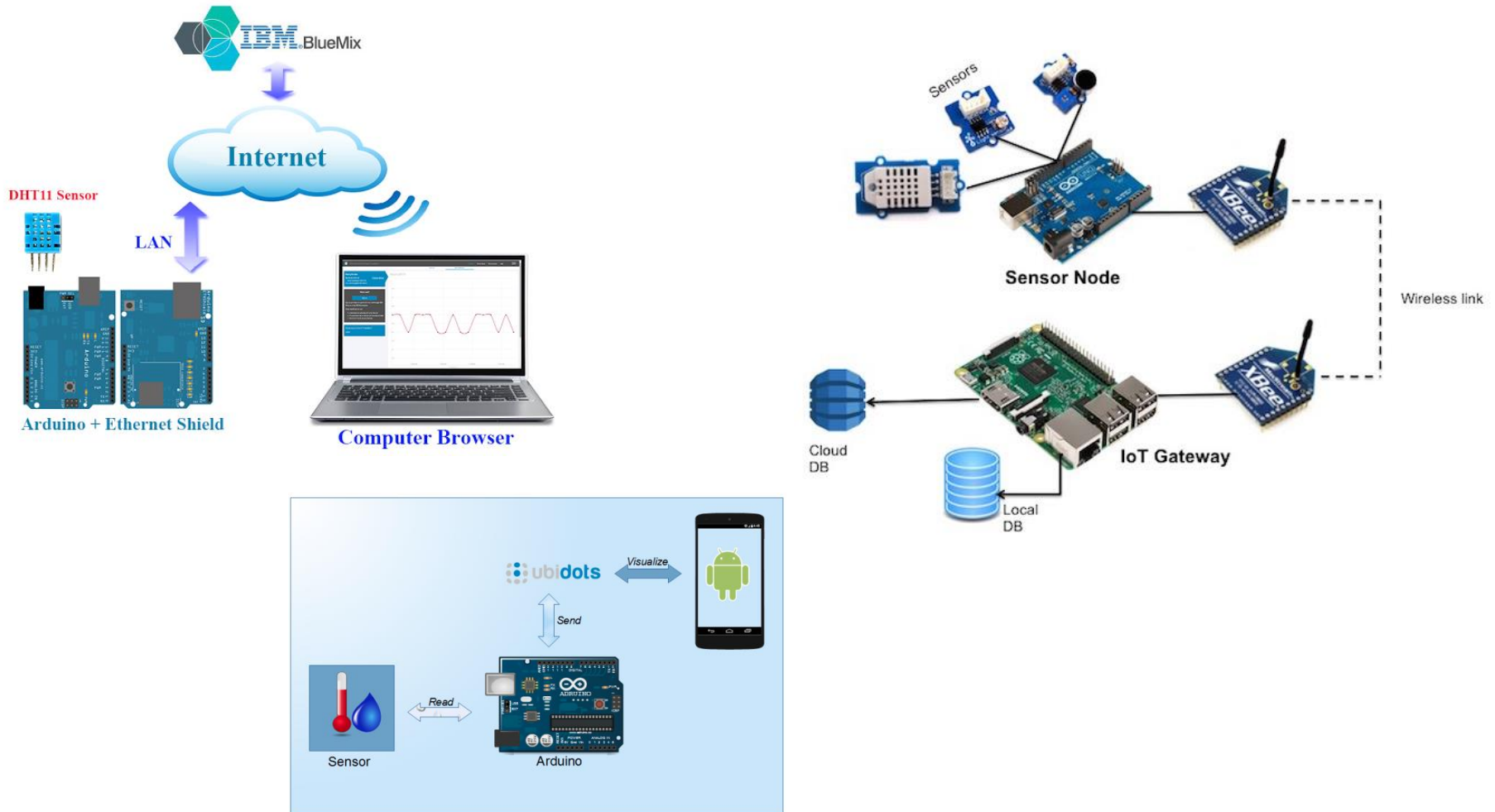
# Risco de IoT

## Update de Software pela Internet?

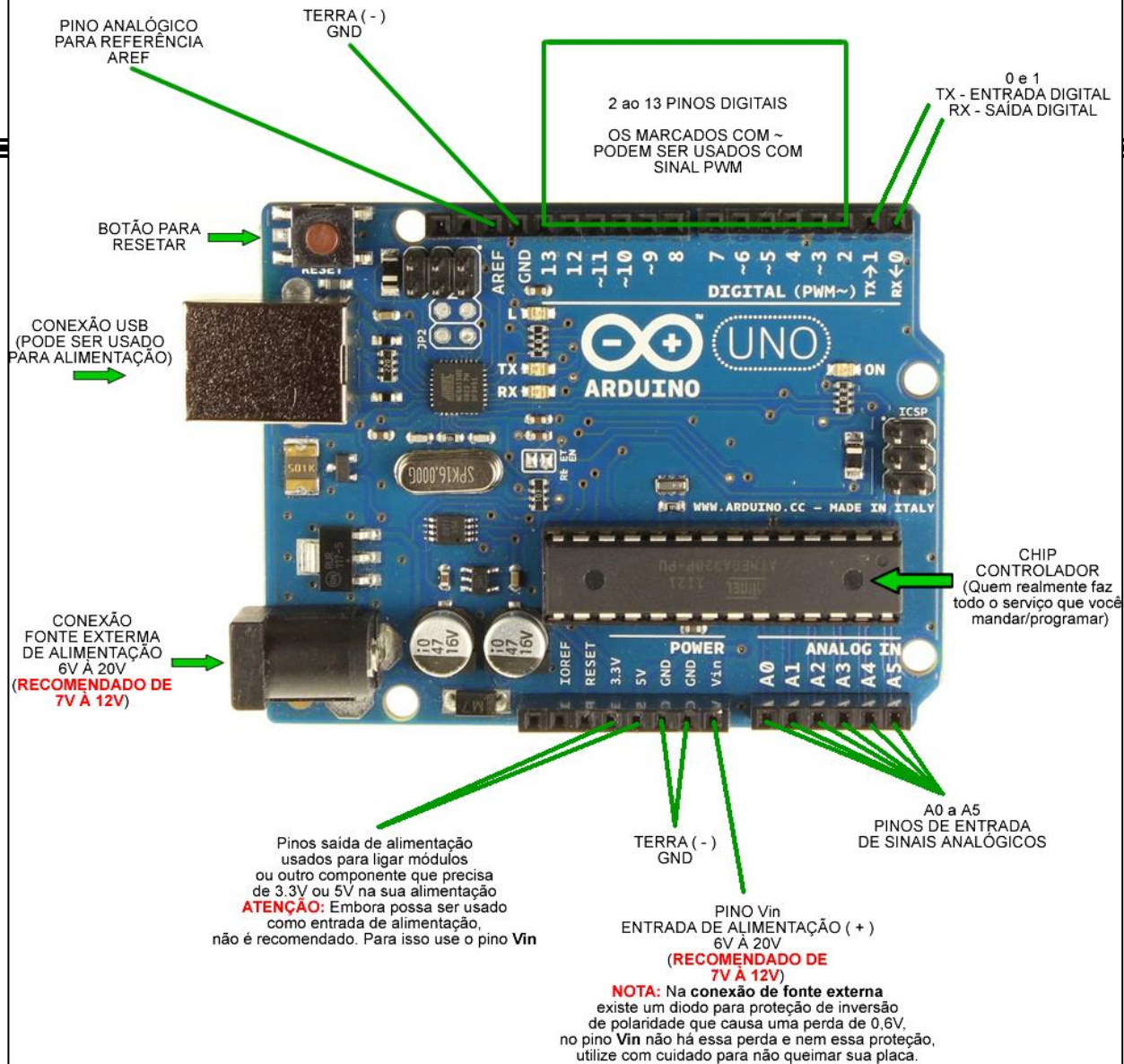
- ◆ Ajuda a corrigir vulnerabilidades que foram descobertas, mas possibilita mais um acesso de ataque.



# Dispositivos para IoT ...



# Arduino Uno



# Dispositivos para IoT ...

