

Aula 3

IoT – Internet das Coisas

Prof. Gian Carlo Brustolin

Conversa Inicial

Smart cities

- Aplicação de objetos inteligentes em sistemas públicos, de controle de tráfego, veículos autômatos para cidades inteligentes
- Objetos IoT para *smart cities*
- Conectividade IoT para *smart cities*
- Camada de aplicação e controle
- Empreendedorismo em *smart cities* com IoT

Introdução às cidades inteligentes

Conceito

- A intensa concentração da população em centros urbanos é um fenômeno relativamente novo
- Necessidade de tornar os serviços públicos viáveis
- Aproveitamento do lado positivo das aglomerações urbanas, como maior eficiência na distribuição e produção de bens e serviços

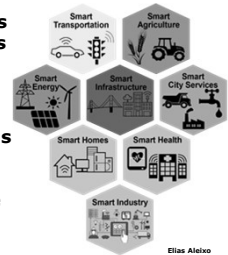
- O conceito de *cidades inteligentes* envolve o ambiente urbano inteligente (Lofthagen, 2020)
 - Controle de iluminação
 - Facilidades de acesso às informações públicas relevantes
 - Mobilidade urbana inteligente
 - Governança inteligente
- A sustentabilidade é um importante foco de pesquisa
- ISO 37122:2019 (Sustainable Cities and Communities, Indicators for Smart Cities)

Smart cities no Brasil

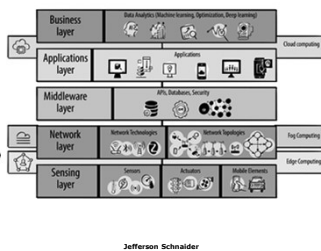
- Lai *et al.* (2020) elencam as características e normas de cidades
 - Mencionam cidades em todas as nações
 - Brasil: Curitiba (PA), na Região Sul
 - ✓ Principal motivo: questão de sustentabilidade
 - ✓ Normas e indicadores de conforto social e sustentabilidade econômica e ambiental

Smart cities e IoT

- As tecnologias inteligentes (Big Data, IA e IoT) são os elos de aporte tecnológico
- Serviços inteligentes de provimento de energia, água e gás interconectados a prédios inteligentes, sistemas de mobilidade e infraestrutura, dotados de inteligência, conectados à administração pública



- A IoT está no coração das cidades inteligentes, por ser a tecnologia que permite a digitalização ubíqua
- Processamento parcial em diversos níveis (*fog, edge e cloud*)



Jefferson Schnalder

Objetos IoT para smart cities

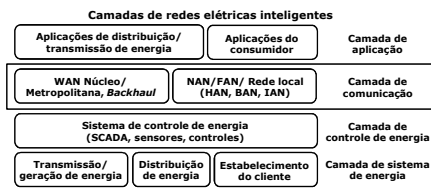
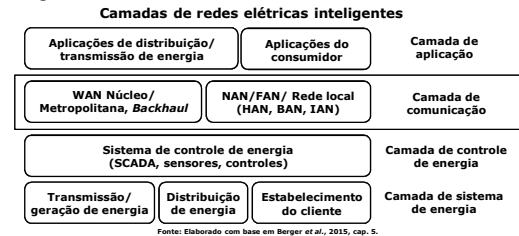
- Aportes de TIC em seis dimensões de serviço: comunicação e governança, saúde, energia, mobilidade ou transporte, educação, água
- O nível de maturidade de provimento de cada um desses serviços indica a maturidade da própria cidade inteligente (Gama *et al.*, 2012)

- Smart utilities
- Sensores em cidades inteligentes

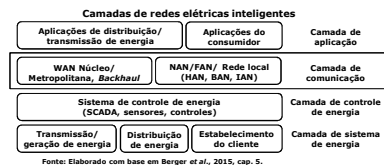
Smart utilities

- **Utilities:** empresas prestadoras de serviços públicos de energia, saneamento e gás
- As primeiras *smarts* foram as distribuidoras de energia elétrica
 - Ensaios iniciais no Japão
 - ✓ Estabilidade e disponibilidade da rede
 - ✓ Soluções de microgeração
 - ✓ *Smart grid* e REI

- **Redes elétricas inteligentes (REI)**
- **Quatro camadas**



- Na camada de sistema, estão os três negócios ligados ao fornecimento de energia elétrica: geração, transmissão e distribuição
- Sensores e atuadores IoT: distribuição



- **Camada de comunicação: diferente de redes tradicionais. Não há uma necessária relação de afinidade entre usuários**
- **BAN:** concorrentes comerciais
- **NAN (Neighborhood Area Network):** IANs e BANs de concorrentes

Sensores em cidades inteligentes

- Objetos de *smart utilities* têm ciclo completo
- Outros IoT
 - Sensores de ambiente
 - Sensores biológicos
 - Sensores químicos
 - Sensores de identificação
 - Sensores de movimento
 - Sensores de presença

Conectividade IoT
para *smart cities*

- Demanda redes bastantes especiais, dadas as características, não necessariamente amistosas, entre usuários
 - Tecnologias adaptadas
 - WiSUN seguido pelo WiFi HaLow
 - Redes públicas de telefonia

IEEE 802.11 ah – HaLow

- WiFi para objetos inteligentes
- Equipamentos em fase de testes
- Baixo UHF, em torno de 900 MHz
- Cobertura de até 1 km
- Menores demandas de energia
- O projetista determina o foco da rede, e a velocidade de transmissão excursiona entre 150 kbps e 8 mbps
- Necessitaria de uma inteligência adaptativa

WiSUN

- PHY - 802.15.4g (proximidades de 900 MHz)
 - Análise do meio e adaptação dinâmica do sinal
- MAC - 802.15.4e
 - Controle de colisões de dados (telefonia celular)
 - Algoritmos de adormecimento (LoRa)

Telefonia móvel pública

- Candidatas mais fortes ao atendimento da conectividade em cidades inteligentes
 - Já estão presentes nos centros urbanos
 - Investimentos são marginais
- Mas
 - Atendimento a M2M ocupa o espectro, reduzindo a capacidade de faturamento
 - Potencial esgotamento de recursos de rádio
 - Alta demanda de energia

Camada de aplicação e controle

- Não apenas protocolos especiais de rede precisam estar associados a estes dispositivos, mas também inteligência de controle e de tratamento dos dados
- Neste tema: arquitetura de redes, Data Analysis e IA

Arquitetura de Redes

- Em cidades inteligentes – IoT-A deve conter mais níveis
- A conexão com a internet nem sempre é necessária diretamente
 - Inteligência de borda
 - Aptidão para discriminar quais informações devem ser compartilhadas com os níveis superiores, em direção à aplicação

- Experiências bem-sucedidas tornaram a hierarquia da camada de comunicação das REIs um bom padrão
- Primeiro nível, mais próximo ao usuário, HAN ou BAN
- HAN com inteligência de borda, residente em um gateway de processamento e roteamento
 - Seleciona e encaminha as informações para a internet ou para o nível mais alto da rede, NAN
 - Conecta HANs às *utilities* ou objetos IoT de uso público entre si
 - NAN com inteligência de névoa...

Tratamento de dados – Data Analysis

- É necessário preparar e analisar dados coletados, transformando-os em informações
- Tratamento dos dados em quatro etapas: aquisição, pré-processamento, análise e serviço
- Etapa de aquisição: agrupamento e memorização dos dados obtidos pelos sensores

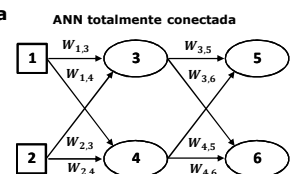
- Etapa de pré-processamento: testes de consistência, eliminando erros e ajustando escalas entre sensores, de forma a padronizar os dados
- Etapa de análise: técnicas de ciência de dados para extração de significado
- Etapa de serviço: tomada de decisão ou criação de políticas para atendimento inteligente à população

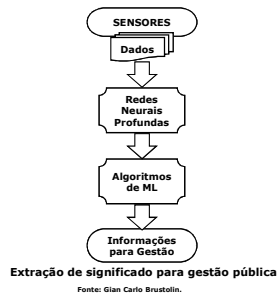
IA em cidades inteligentes

- A imensa massa de dados não pode ser analisada por métodos estatísticos, sem antes dela extrairmos os padrões e eliminarmos as invariâncias. Esse tratamento só é possível com o uso de redes neurais profundas

- Redes profundas são ANNs com várias camadas ocultas. O aumento da profundidade das redes incorpora a elas a possibilidade de reconhecimento autônomo de padrões nos dados

- Ao oferecermos uma massa de dados a uma ANN profunda, ela será capaz de criar classificações (*datasets*) que podem ser tratados por algoritmos estatísticos de ML





Empreendedorismo em *smart cities* com IoT

Serviços inteligentes

- As facilidades de obtenção de dados permitem a criação de serviços customizados não apenas para o setor público
- Coleta circular de resíduos, telemedicina, segurança privada, tecnologia da informação...

Segurança e privacidade de dados

- A presença ubíqua de sensores de todos os tipos gera a real possibilidade de devassamento da intimidade dos munícipes
- Modelos de tratamento seguro ainda estão em desenvolvimento...

Finalizando

- Neste capítulo, entendemos como objetos IoT permitirão o atendimento eficiente aos munícipes em metrópoles. Estudamos as REI, já em operação no Brasil
- Percebemos a complexidade ligada às soluções de IoT em aplicações amplas, como as enormes massas de dados geradas em cidades inteligentes
- São necessárias estratégias de engenharia de software...