

Sistema em edge computing

Módulo 11: Engenharia de Computação

- RESUMO EXECUTIVO

Neste módulo, equipes de alunos desenvolvem arquiteturas de edge computing que processam dados de inteligência artificial diretamente na borda da rede, reduzindo latência, aumentando confiabilidade e otimizando o uso de recursos de nuvem. A solução aborda problemas onde o processamento centralizado é inviável por questões de tempo real, conectividade ou volume de dados. Durante 10 semanas, uma turma dedicada de alunos e seus professores irá entender o seu desafio e propor soluções utilizando metodologias ágeis. Ao final do cronograma, sua empresa receberá até 5 protótipos funcionais, permitindo que você acelere e valide ideias.

- O DESAFIO

A empresa traz um problema onde dados precisam ser processados com baixíssima latência próximo à sua origem, sem depender de conectividade contínua com a nuvem. O desafio pode envolver visão computacional embarcada, controle em tempo real ou processamento de dados sensíveis que não podem ser transmitidos para servidores remotos.

- OBJETIVO DO MÓDULO

1. Projetar e implementar arquiteturas de edge computing com processamento distribuído na borda.
2. Aplicar visão computacional embarcada em hardware de baixo consumo e alta eficiência.
3. Implementar concorrência, paralelismo e programação de baixo nível para sistemas em tempo real.
4. Desenvolver dashboards de monitoramento e condições de implementação para sistemas edge.
5. Analisar impactos ambientais, sustentabilidade e estratégias de negócio orientadas a ESG.

Ilustração:

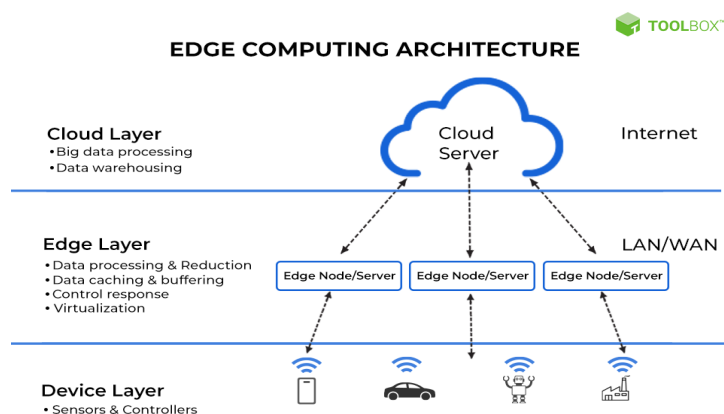


Figura 1 - Divisão das camadas de um sistema com arquitetura para processamento em borda.

- **PROBLEMAS QUE PODEMOS RESOLVER**

- Sistemas de visão computacional que dependem de nuvem e falham quando a conectividade é interrompida.
- Necessidade de processamento em tempo real em ambientes remotos ou de conectividade limitada, como campos agrícolas ou plantas industriais isoladas.
- Volumes de dados de sensores tão grandes que o envio contínuo para a nuvem é inviável por custo ou largura de banda.
- Requisitos de privacidade que impedem o envio de dados de câmeras ou sensores para servidores externos.
- Controle de processos críticos que não toleram a latência imposta pelo processamento em nuvem.

- **POSSÍVEIS CASOS DE APLICAÇÃO**

1. Casos de Sucesso Reais (O que já entregamos)

- **Sustentabilidade e Meio Ambiente:** Desenvolvemos com a **Abundance** um sistema de edge computing utilizando Inteligência Artificial embarcada para aumentar a eficiência na contagem automatizada de árvores em florestas remotas, operando sem a necessidade de conectividade contínua.
- **Conservação e Pesquisa Ambiental:** Criamos para a **SAUÁ** uma solução de GPS-telemetria acessível baseada na borda para o monitoramento inteligente da biodiversidade e da fauna silvestre em tempo real.

2. Outras Aplicações Possíveis (Onde mais podemos gerar valor)

A dependência exclusiva de servidores em nuvem pode gerar custos proibitivos de transmissão ou falhas críticas em áreas remotas. Nossos alunos podem construir sistemas de *Edge Computing* que processam a IA diretamente no equipamento local, viabilizando a inovação em setores como:

- **Agronegócio e Agricultura de Precisão:** Sensores embarcados em maquinários agrícolas que coletam e processam dados do solo e clima localmente, permitindo que o produtor tome decisões automatizadas sobre irrigação e colheita instantaneamente no campo, mesmo sem acesso à internet.
- **Manufatura Inteligente (Indústria 4.0):** Dispositivos de borda que monitoram o desempenho e a vibração de máquinas na linha de produção em tempo real, executando modelos preditivos localmente para interromper o equipamento em milissegundos em caso de falha crítica.
- **Mobilidade e Cidades Inteligentes:** Sistemas de visão computacional embarcados diretamente em semáforos e cruzamentos que analisam o fluxo de veículos localmente, ajustando o tempo dos sinais de trânsito em tempo real para reduzir congestionamentos de forma autônoma e segura.

- **POSSÍVEIS ENTREGÁVEIS**

- Arquitetura de edge computing funcional com documentação de componentes e fluxo de dados.
- Solução de visão computacional ou IA embarcada rodando no dispositivo de borda.

- Dashboard de monitoramento com métricas de desempenho e condições de implementação.
- Relatório de análise de sustentabilidade, consumo energético e estratégia ESG.

- **PREMISSAS E REQUISITOS**

1. **Da Empresa Parceira:**

- Definir o ambiente de operação e as restrições de conectividade e latência do sistema.
- Disponibilizar ou indicar o hardware de borda adequado ao problema (Raspberry Pi, NVIDIA Jetson, etc.).
- Estabelecer os requisitos de privacidade de dados e as restrições de envio à nuvem.

2. **Do Projeto:**

- O hardware de borda deve estar disponível para desenvolvimento e testes durante o módulo.
- A solução será um protótipo funcional demonstrável, não necessariamente implantado em escala no ambiente real.
- Restrições ambientais e de operação em campo devem ser comunicadas antes do início do módulo.

- **ESCOPO E RESTRIÇÕES**

1. **Escopo Incluído:**

- Modelagem da arquitetura de edge e definição do fluxo de dados entre borda e nuvem.
- Implementação da solução de IA ou visão computacional embarcada no dispositivo de borda.
- Configuração de sincronização seletiva com nuvem e armazenamento local.
- Testes de desempenho, latência e confiabilidade do sistema.

2. **Fora do Escopo:**

- Implantação em escala em campo com múltiplos dispositivos de borda.
- Desenvolvimento de hardware dedicado ou circuitos eletrônicos customizados.
- Integração com sistemas SCADA ou de controle industrial em ambiente de produção ativo.

- **POSSÍVEIS TECNOLOGIAS / ARQUITETURA / FERRAMENTAS DE NEGÓCIOS**

- NVIDIA Jetson / Raspberry Pi / Coral Edge TPU
- Python / C++ (processamento embarcado)
- TensorFlow Lite / ONNX Runtime (IA na borda)
- OpenCV (visão computacional embarcada)
- MQTT / gRPC (comunicação borda-nuvem)
- Docker (containerização)
- Grafana / Prometheus (monitoramento)
- AWS Greengrass / Azure IoT Edge