

# CPE716

# Internet das Coisas

Aula 3

cruz@gta.ufrj.br <http://gta.ufrj.br/~cruz>

# Referências

- [1] Hanes D., Salgueiro G., Grossetete P., Barton R., Henry J. *IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols and Use Cases for the Internet of Things*. Cisco Press, 2017.
- Documentação MEC ETSI
- Slides do professor Rodrigo Couto
- Documentação Linux RedHat <https://www.redhat.com/pt-br/topics/virtualization/what-is-a-hypervisor>



# Nesta apresentação

- Arquitetura IoT
  - Dispositivo
  - Nuvem
  - Borda

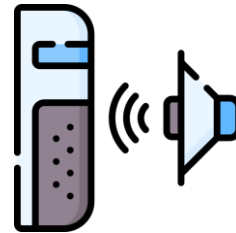


# Dispositivos de IoT



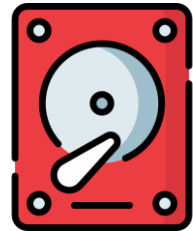
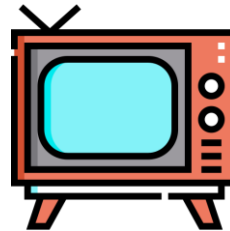
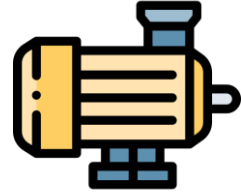
# Sensores

- Obtém informação do mundo externo
  - Temperatura
  - Humidade
  - Imagem
  - Código de barras
  - Presença
  - Luminosidade



# Atuadores

- Alteram algo no mundo externo
  - Motor
  - Tela
  - Led
  - Alto-falante
  - Fechadura
  - Relé



# Características

- Custo baixo
  - Grande número de dispositivos
- Mobilidade
- Proximidade com os eventos de interesse
  - Atuação geograficamente localizada
- Poder de processamento limitado
- Capacidade de comunicação limitada
- Capacidade energética limitada



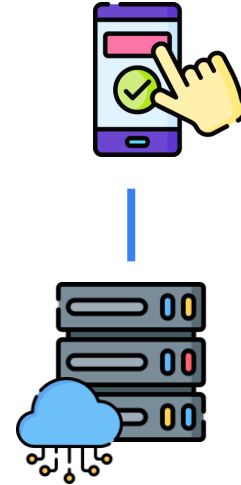
# Offloading: terceirização de tarefas computacionais





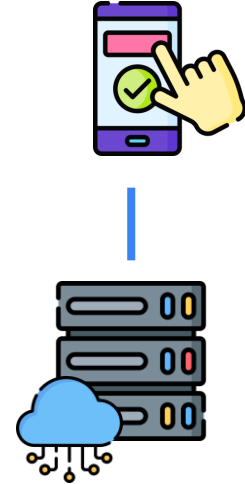
# Offloading

- Terceirização de tarefas computacionais
  - Processamento de dados
  - Armazenamento



# Offloading

- **Necessita de um poder computacional terceirizado**
  - Nuvem
  - Borda
- **Necessita de comunicação com o poder computacional terceirizado**
  - Internet
  - Rede local
- **Necessita de interface com o poder computacional terceirizado**
  - Pedir processamento
  - Receber resposta



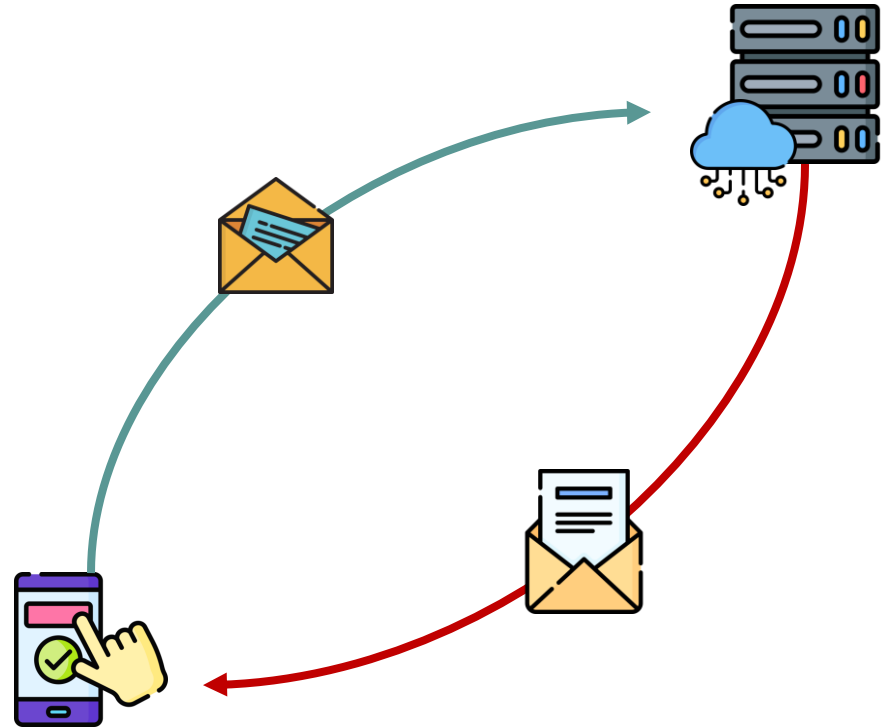
# IoT e Offloading

- Dispositivos de IoT geralmente possuem baixa capacidade de processamento
  - Maioria das tarefas é realizada com auxílio da nuvem
  - Por exemplo, óculos inteligentes podem tirar fotos e enviar para a nuvem
    - Nuvem detecta objetos e avisam aos seus usuários
- Ideia geral
  - Sensores enviam as informações coletadas para a nuvem
  - Nuvem processa os dados e os disponibiliza para os consumidores finais
  - Consumidores podem ser dispositivos de IoT, como sensores e atuadores



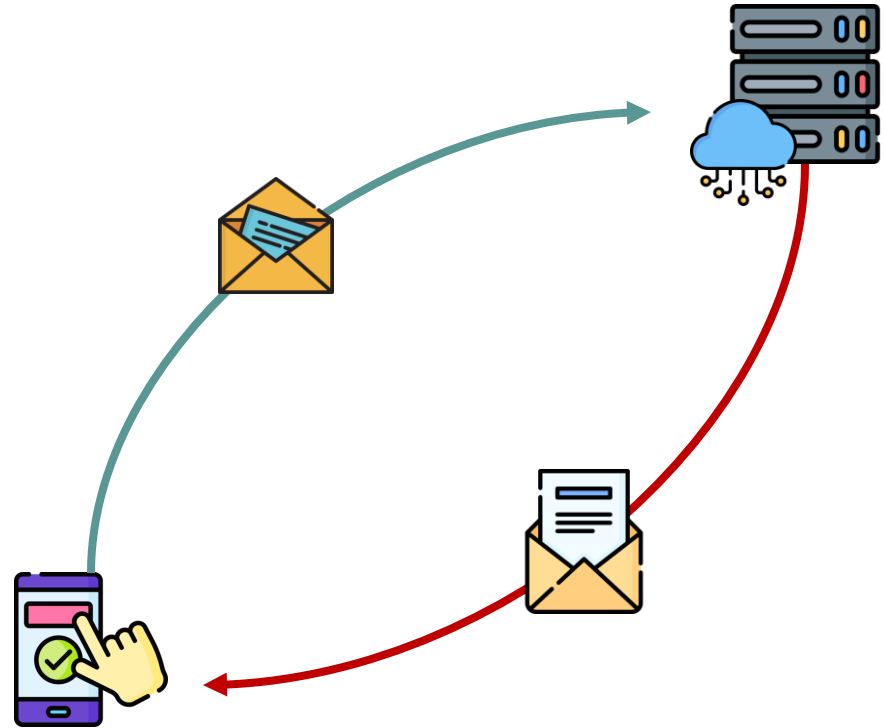
# Procedimento de offloading

- Dispositivo possui aplicação que necessita de offloading
- Servidor possui aplicação que atende offloading
- Dispositivo pede offloading ao servidor
  - Aplicação não necessariamente está instanciada no servidor
- Aplicação do servidor executa a tarefa
- Aplicação do servidor envia resposta
- Dispositivo recebe a resposta



# Considerações sobre o offloading

- Servidor deve ter poder computacional suficiente
  - Múltiplos dispositivos
  - Múltiplas aplicações
- Dispositivo deve conhecer a aplicação
- Viagem pela rede vai adicionar atraso
  - Ida e volta
    - Proporcional à distância
- Viagem pela rede vai causar tráfego
  - Ida e volta

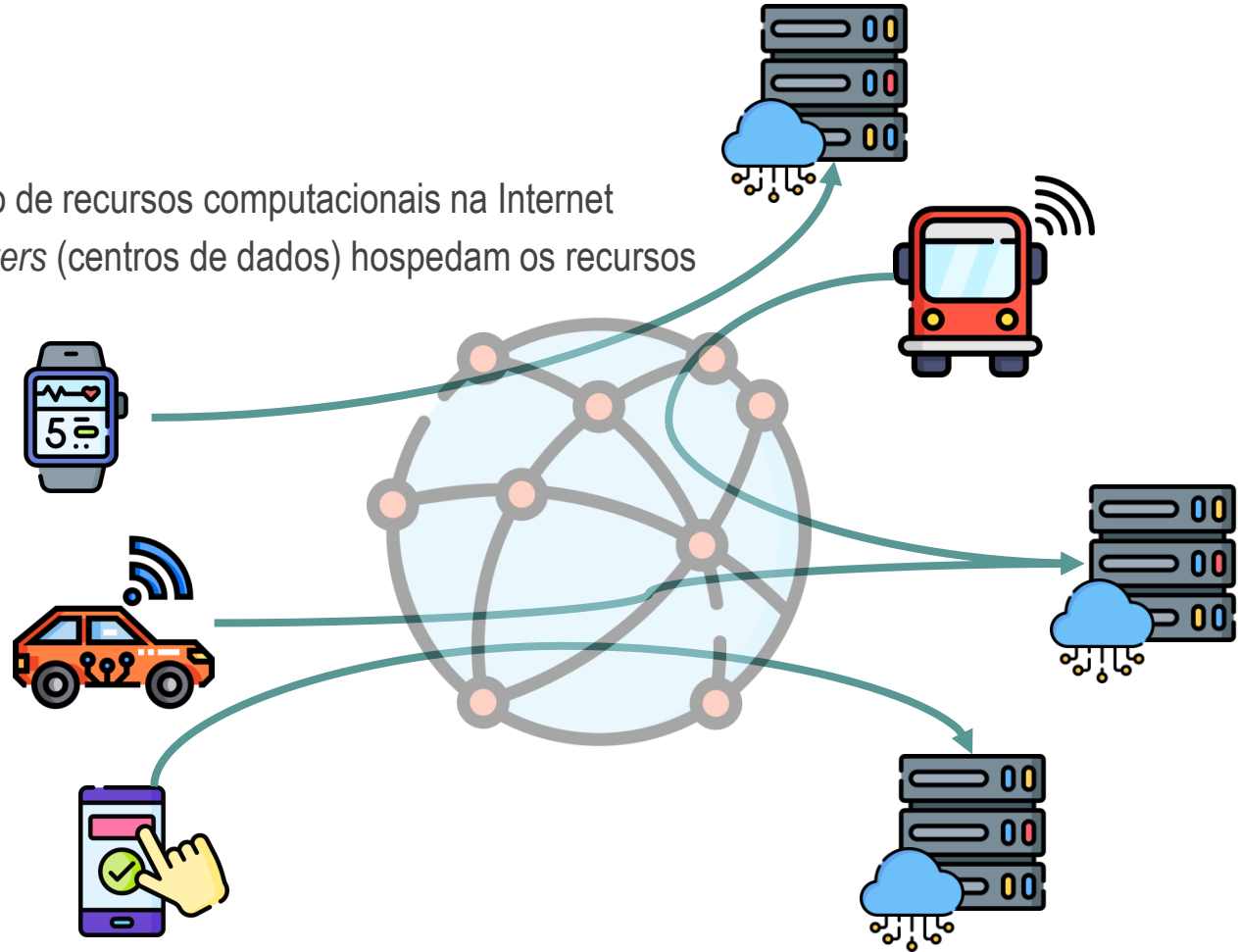


# Nuvem



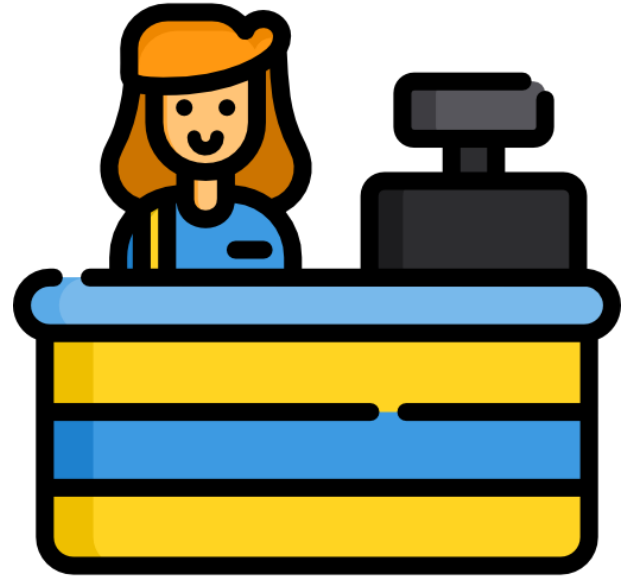
# Nuvem

- Disponibilização de recursos computacionais na Internet
  - *Data centers* (centros de dados) hospedam os recursos



# Serviço

- Usuário demanda serviço
- Usuário recebe serviço
- Usuário não sabe como é implementado





# Serviços comuns de nuvem

- Software as a Service (SaaS)
  - Software utilizado localmente
  - Software executado remotamente
- Platform as a Service (PaaS)
  - Plataforma utilizada localmente
  - Plataforma executada remotamente
- Infrastructure as a Service (IaaS)
  - Infraestrutura utilizada localmente
  - Infraestrutura executada remotamente



# Vantagens

- Não é necessário possuir poder computacional localmente
  - Redução de custos com aquisição de equipamentos
- Não é necessário fazer a manutenção e configuração de poder computacional
  - Redução de custos com manutenção e configuração
- É possível dimensionar os custos às necessidades de cada momento
  - Nuvem é elástica



# Vantagens

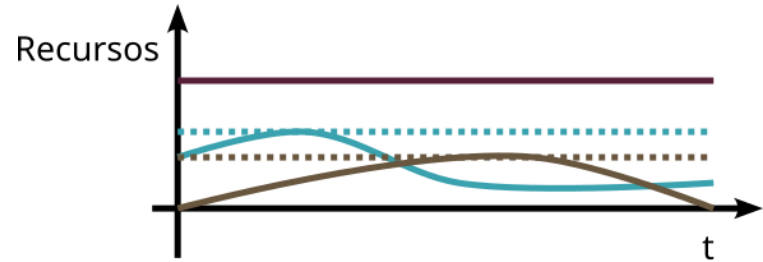
- Não é necessário possuir poder computacional localmente
  - Redução de custos com aquisição de equipamentos
- Não é necessário fazer a manutenção e configuração de poder computacional
  - Redução de custos com manutenção e configuração
- É possível dimensionar os custos às necessidades de cada momento
  - Nuvem é elástica

Compartilhamento de recursos



# Dimensionamento de recursos

- Individualmente
  - Recursos devem ser dimensionados pelo pico de uso individual
- Coletivamente
  - Recursos devem ser dimensionados pelo pico de uso coletivo

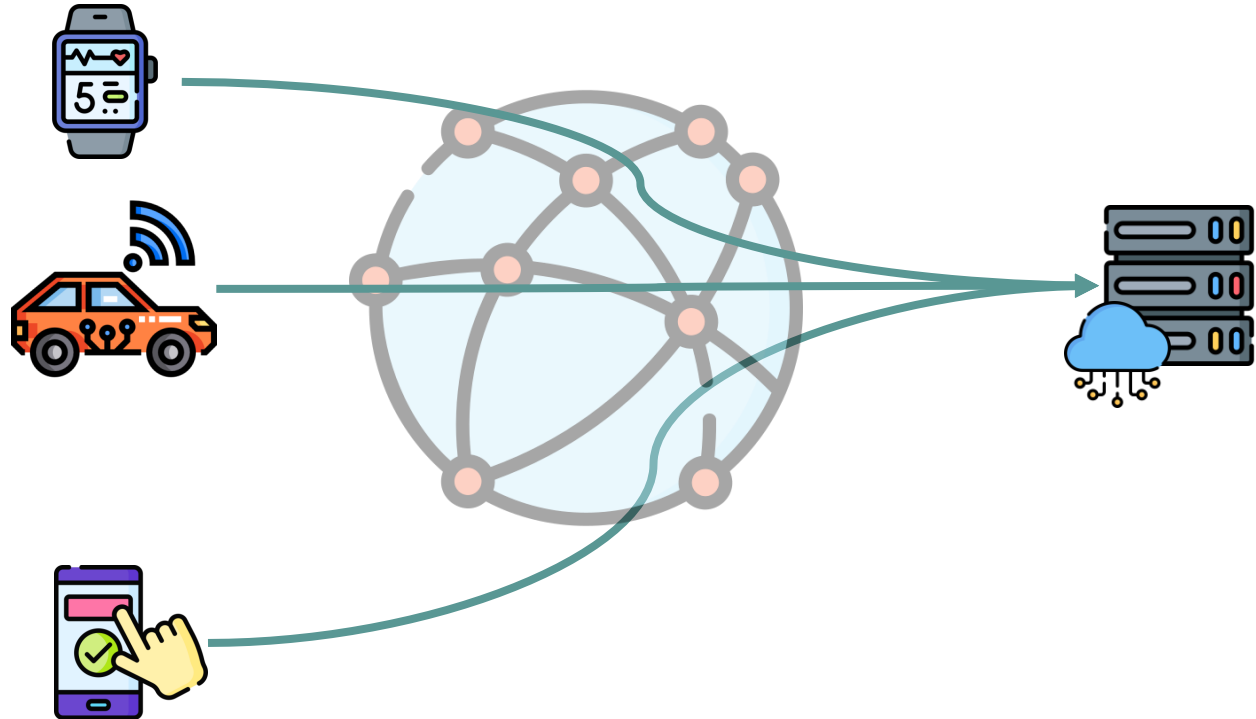


- Recursos totais
- ⋯ Recursos do usuário A
- ⋯ Recursos do usuário B
- Utilização do usuário A
- Utilização do usuário B



# Compartilhamento de recursos

- Usuários compartilham recursos do mesmo servidor



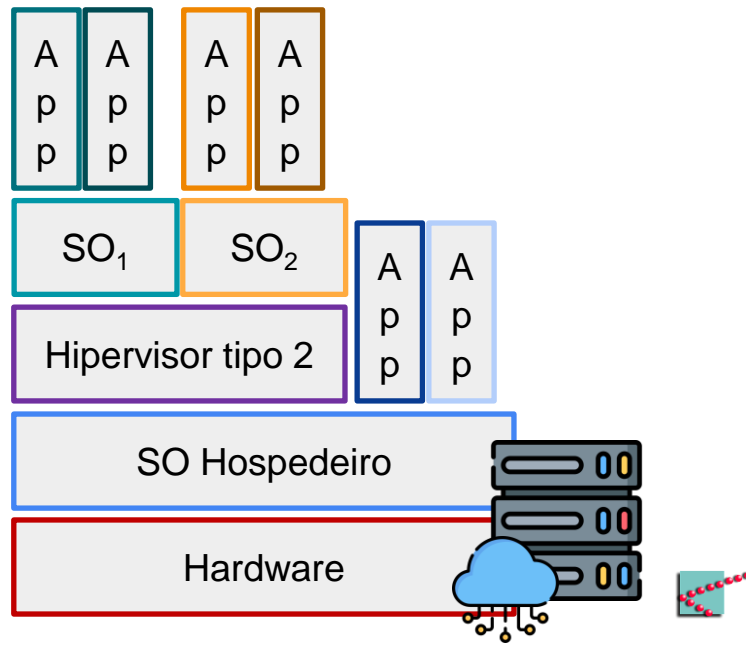
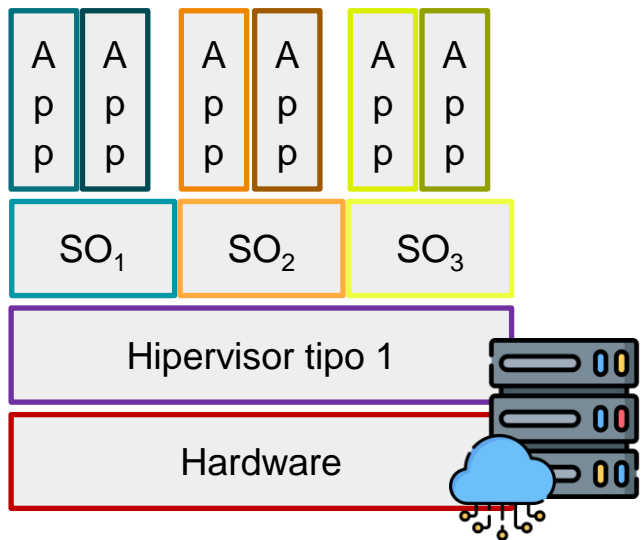
# Virtualização

- Usuários aplicações compartilham hardware
- Compartilhamento é transparente para usuários e aplicações
  - Ilusão de usar servidor dedicado



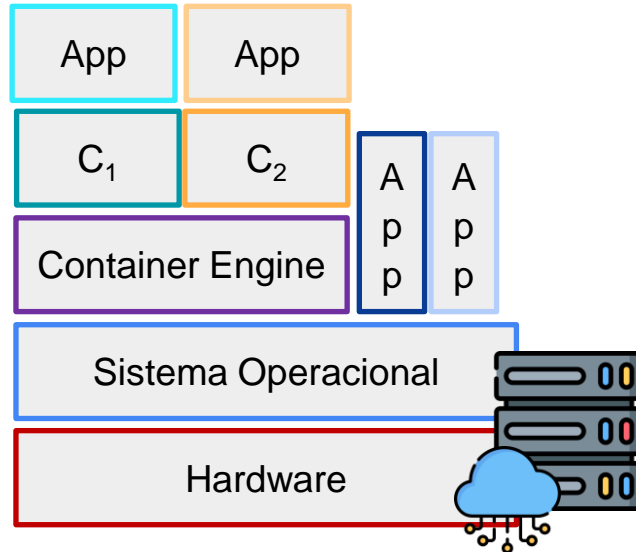
# Máquinas virtuais

- Hipervisor abstrai hardware
  - Cria fatias de hardware
- Fatias executam diferentes sistemas operacionais
  - Cada fatia executa um SO



# Containers

- Replicam um pedaço do SO hospedeiro
  - Aplicação no container não enxerga lado de fora



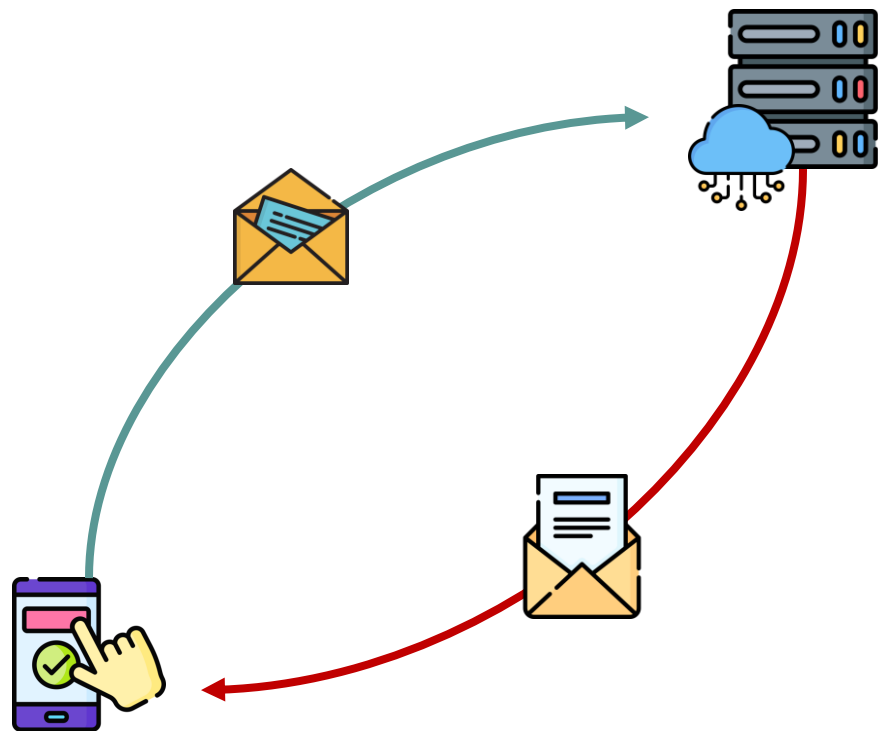


# Offloading com nuvem



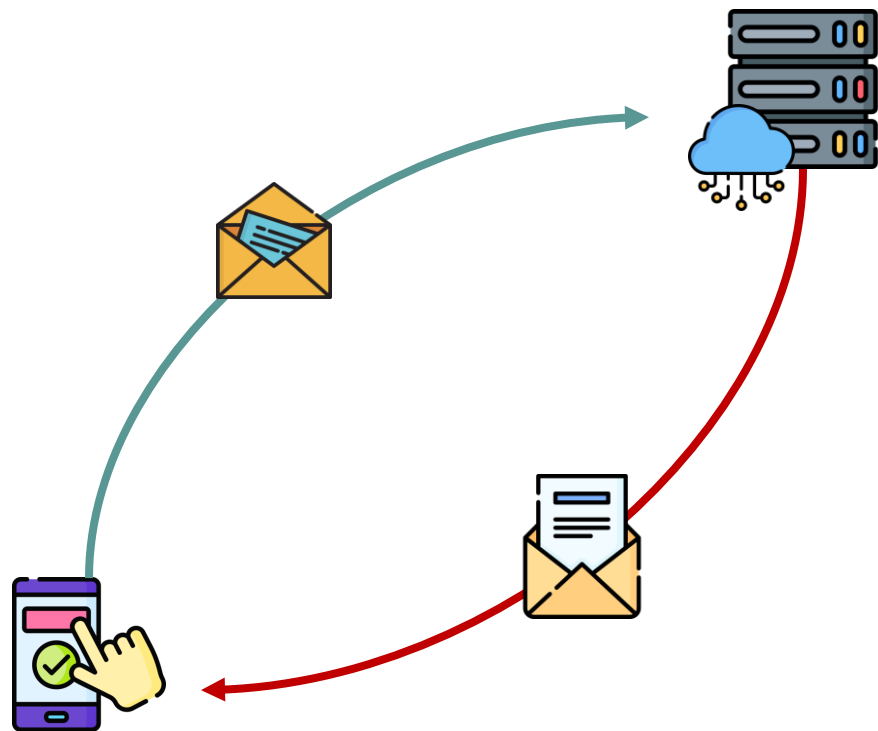
# Offloading com nuvem

- Servidor na nuvem possui uma aplicação capaz de atender pedidos de dispositivo
- Dispositivo dispara um pedido à aplicação no servidor
- Pedido viaja pela internet
- Aplicação no servidor processa o pedido
- Aplicação no servidor responde ao pedido



# Caso geral

- Servidor executa um servidor http(s)
  - Escuta o tempo inteiro
  - Expõe API
- Dispositivo conhece o endereço do servidor
- Aplicação no dispositivo conhece a API
  - Faz pedido
  - Espera
  - Recebe resposta



# Usuários(as)

- Usuários(as) dos serviços de nuvem
  - Desenvolvedor(a)
    - Cria uma aplicação que é executada na nuvem
    - Cria uma aplicação que se relaciona com a nuvem
  - Usuário(a) final
    - Utiliza as aplicações anteriores



# Requisitos da nuvem



# Requisitos de nuvem

- Responsividade
  - Nuvem deve processar os dados o mais rapidamente possível
- Escalabilidade
  - Com o aumento do uso de IoT, muito tráfego é enviado
    - É necessária uma alta capacidade de rede no backbone
- Elasticidade
  - Nuvem deve ser capaz de oferecer mais recursos quando necessário
  - Nuvem deve ser capaz de 'desligar' recursos quando não forem necessários
- Privacidade
  - Dados enviados para a nuvem podem ter informações sensíveis
- Disponibilidade
  - Serviços devem estar disponíveis
  - Comunicação entre dispositivos IoT e nuvem tem que ter alta disponibilidade



# Desafios: responsividade

- Muitas nuvens estão distantes dos dispositivos de IoT
- Algumas aplicações exigem atrasos muito baixos
  - Assistência cognitiva pode exigir uma latência máximo de 100 ms
- Entretanto...
  - Apenas considerando atraso de rede, comunicação com a nuvem pode ter atraso de centenas de milissegundos
  - Alta variabilidade dos enlaces da Internet pode aumentar ainda mais o atraso
    - Jitter pode prejudicar algumas aplicações
  - Mesmo com redes bem projetadas, o atraso de propagação ainda é um limitante



# Desafios: escalabilidade

- Dispositivos podem gerar alto tráfego para a nuvem
  - Uma cidade inteligente com 12.000 câmeras Full HD gera em torno de 100 Gbps para nuvem!





# Desafios: elasticidade

- Problemas para instanciar e descartar aplicações
  - Dificuldade de prever uso



# Desafios: privacidade

- Com o uso da nuvem, dados são processados por terceiros
  - Privacidade pode ser violada
- Legislação impõe regras no uso de dados
  - Em alguns países, dados de saúde não podem ser armazenados no exterior
  - Adota a Lei Geral de Proteção de Dados
    - Traz diversas regras sobre a manipulação de dados de clientes



# Desafio: disponibilidade

- Disponibilidade depende de infraestrutura de computação e de rede
- Uso de uma infraestrutura remota necessita de uma rede sempre disponível
  - Caso a rede de acesso fique inoperante, aplicação de IoT pode parar de funcionar
- Apesar de a infraestrutura de rede ser cada vez mais disponível nas cidades, ainda há cenários desafiadores
  - Aplicações militares
  - Áreas florestais
  - Oceano
  - Tráfego intenso



# Questões de implementação e operação da nuvem



# Centros de dados

- Muitas máquinas individuais
  - Algumas em cluster/grid
- Vantagens de escala
  - Manutenção
  - Refrigeração
  - Infraestrutura de rede
  - Logística



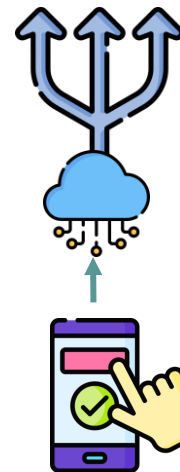
# Operação

- Usuário pede por recursos pela internet
- Escalonador intercepta pedido e decide qual recurso físico deve atender ao pedido
- Recursos físicos são alocados
- Recursos virtuais são entregues



# Operação

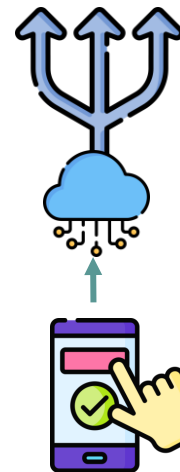
- Caso geral de instanciação
  - Máquina virtual
  - Container
- Caso geral de instanciação (2)
  - Servidor



# Operação

- Caso geral de instanciação
  - Máquina virtual
  - Container
- Caso geral de instanciação (2)
  - Servidor

Quem vai instanciar o servidor é o(a) desenvolvedor(a) da aplicação!





# Distribuição geográfica

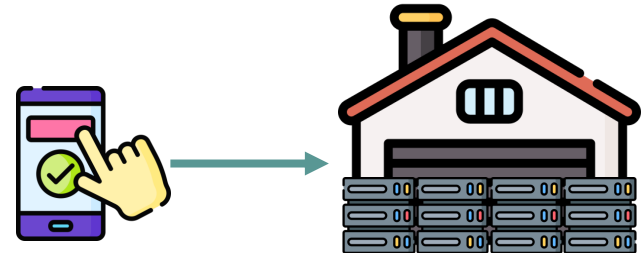
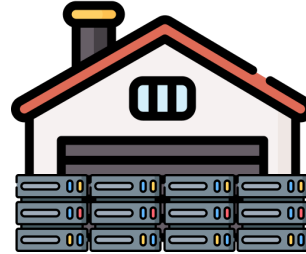
- Centros de dados
  - Grandes
  - Espalhados



Centros de dados da  
Amazon AWS  
Fonte: Site da Amazon AWS

# Estratégia de alocação

- Alocar serviço no centro de dados mais próximo
  - Condições de rede melhores
    - Latência
    - Congestionamento
    - Resiliência
  - Qualidade de serviço melhor



# Problema

- Distância ainda assim pode ser muito grande
- Rede entre usuário(a) e aplicação de nuvem pode ser problemática
  - Latência
  - Disponibilidade
  - Escalabilidade

Centros de dados da  
Amazon AWS

Fonte: Site da Amazon AWS

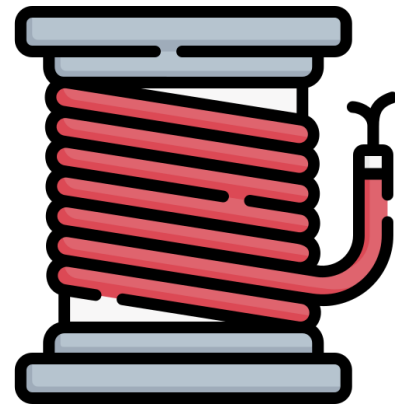
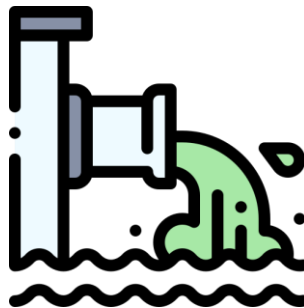
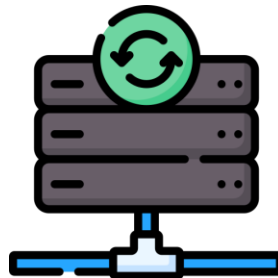
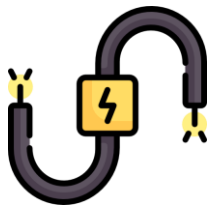


# Problema da última milha



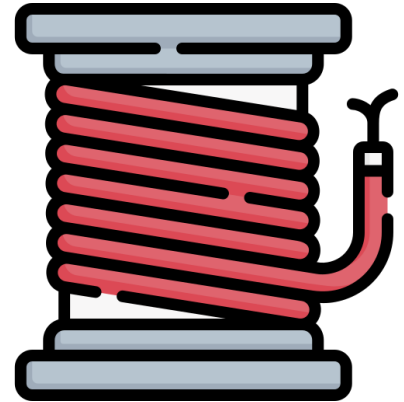
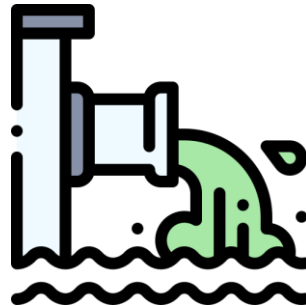
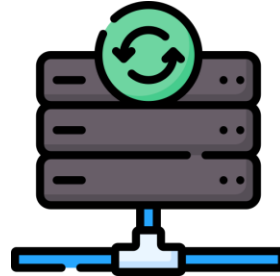
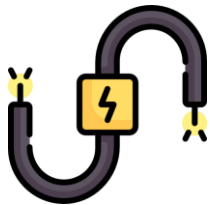
# Problema da última milha

- Redes robustas no *backbone*
  - Fibra ótica
  - Equipamentos robustos
- Conexões ao *backbone* com má qualidade
  - Influência da rede elétrica
  - Redes sem fio com interferências
    - Sobreposição de canais
  - Cabeamento em locais pouco confiáveis



# Problema da última milha

- Conexão de núcleo
  - Boa
- Conexão de borda
  - Ruim



# Créditos

Os ícones desta apresentação foram feitos por Freepic e retirados de [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com).





**GTA / UFRJ**

GRUPO DE TELEINFORMÁTICA E AUTOMAÇÃO

[www.gta.ufrj.br](http://www.gta.ufrj.br)