

Especificação do Trabalho: RabbitMQ/Kafka e gRPC
Sistemas Distribuídos
Professor: Dr. Paulo A. L. Rego

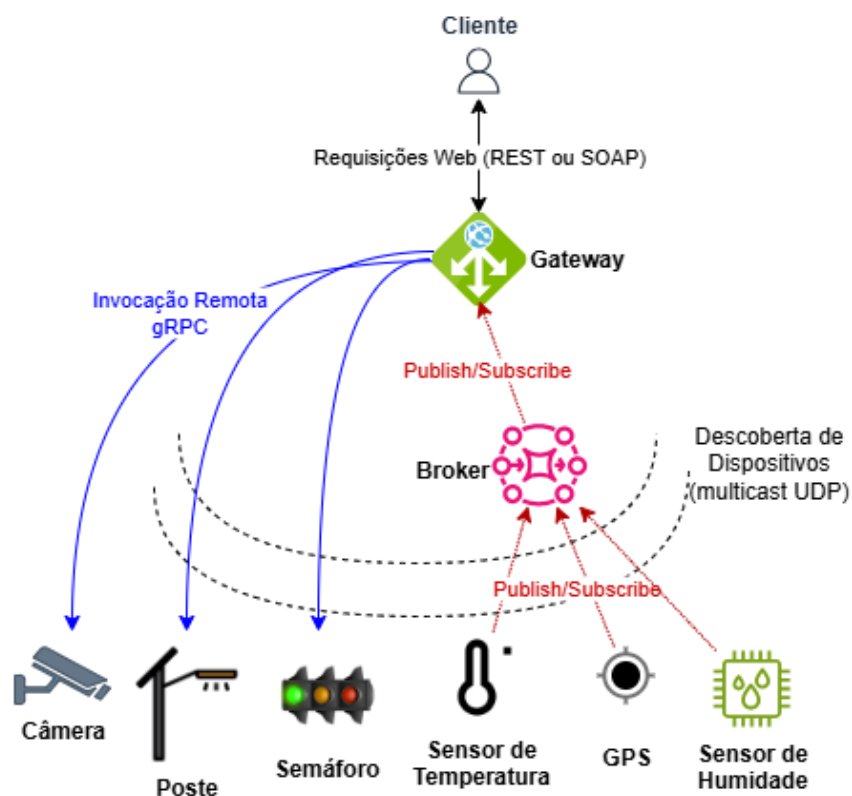
OBJETIVO

Desenvolver um sistema distribuído que simula uma cidade inteligente, composto por um Gateway central, dispositivos inteligentes e um Cliente para controle/observação dos dispositivos sensores e atuadores. Este trabalho visa consolidar conceitos de sistemas distribuídos por meio de:

- Desenvolvimento de serviços Web;
- Invocação de métodos remotos com gRPC; e
- Comunicação indireta com RabbitMQ ou Kafka.

DESCRIÇÃO GERAL

A Figura abaixo ilustra o cenário proposto com seus principais componentes. Logo em seguida são apresentados as principais funções e requisitos de cada um destes componentes



Gateway Inteligente:

- Atua como o ponto central de controle e monitoramento do ambiente.

- Gerencia o estado dos dispositivos inteligentes utilizando gRPC. Usando o paradigma Client/Server, onde o Gateway se comportará como Client e cada atuador como Server. Dessa forma, o Gateway poderá atuar no ambiente através da invocação remota de métodos, por exemplo, se ele desejar ligar uma determinada lâmpada, ele invocará, via gRPC, o método ligarLampada().
- Realiza descoberta de dispositivos inteligentes por meio de multicast UDP.
- Recebe informações periódicas de dados sensorizados utilizando o padrão publish/subscribe através de um Broker (RabbitMQ ou Kafka).
- Deve implementar um serviço Web para responder às requisições dos clientes.

Dispositivos Inteligentes:

- Simulam equipamentos do ambiente. Dentre os tipos de dispositivos incluem-se: câmeras, postes, semáforos, sensores de qualidade do ar e temperatura.
- Participam do processo de descoberta por meio de multicast UDP.
- Envia periodicamente o seu estado ao Gateway ou quando houver alteração por meio de um Broker (RabbitMQ ou Kafka).
- Recebem comandos do Gateway para modificar o seu estado ou realizar ações específicas usando gRPC.

Cliente de Controle:

- Implementado como um processo separado que interage com o Gateway via Serviços Web e permite que o usuário:
 - Consulte os estados dos dispositivos conectados.
 - Envie comandos para dispositivos específicos (e.g., ligar/desligar lâmpadas dos postes, mudar a configuração da câmera, mudar a configuração do semáforo). São exemplos de mudança de configuração: alterar a resolução da imagem de uma camera de HD para FullHD ou mesmo 4k, alterar o tempo de permanência do semáforo como fechado (Sinal Vermelho) de 10 para 15 segundos. Outros exemplos de configurações ficam a cargo da equipe.
- A interface de usuário pode ser em:
 - Linha de Comando: Simples, com opções para listar dispositivos, enviar comandos e consultar estado dos dispositivos.
 - Gráfica (Opcional): Uma interface visual para exibição de dispositivos, seus estados e envio de comandos.

Requisitos

1. Comunicação e Serialização:

- a. A comunicação deve utilizar:
 - i. **Serviços Web:** Mensagens de controle entre o cliente e gateway devem utilizar Serviços Web (REST ou SOAP).
 - ii. **gRPC:** Requisições do Gateway que alteram o estado dos dispositivos inteligentes devem utilizar gRPC.
 - iii. **Publish/Subscribe:** Mensagem de envio de informações sensorizadas dos dispositivos para gateway devem usar Publish/Subscribe por meio de um Broker (RabbitMQ ou Kafka).

- iv. **UDP Multicast:** Para descoberta inicial dos dispositivos (Gateway precisa saber o IP dos dispositivos e os dispositivos precisam saber o IP e tópico/fila do RabbitMQ).
- 2. **Dispositivos Inteligentes:**
 - a. Cada equipamento deve ser implementado como um processo separado, simulando o seu comportamento específico:
 - i. **Atuador:** Deve receber comandos e reportar o estado atual (ligado/desligado) ao Gateway. Exemplo: poste, câmera, semáforo.
 - ii. **Sensor Contínuo:** Deve enviar informações sensoriadas de tempos em tempos ao Gateway. Exemplo: Sensor de temperatura que envia periodicamente (por exemplo, a cada 15 segundos) uma leitura para o Gateway, através do Broker.
 - b. Os IPs e portas do gateway, Broker e dispositivos devem ser descobertos por meio de multicast UDP.
 - c. Pelo menos um dos dispositivos deve ter comportamento de um atuador (i.e., recebe comandos para modificar o seu estado, como, por exemplo, desligar uma lâmpada);
- 3. **Cliente:**
 - a. Implementado como um processo separado que:
 - i. Conecta-se ao Gateway via Serviços Web.
 - ii. Solicita e exibe informações dos dispositivos inteligentes conectados.
 - iii. Envia comandos para controlar dispositivos específicos.
 - b. Exemplo de comandos suportados:
 - i. Listar dispositivos conectados.
 - ii. Ligar/desligar um dispositivo.
 - iii. Ajustar a configuração de um dispositivo (e.g., temperatura).
- 4. **Descoberta de Dispositivos:**
 - a. O Gateway deve enviar uma mensagem multicast UDP ao ser iniciado, solicitando que os dispositivos se identifiquem e informando IP e tópicos/fila do Broker.
 - b. Os dispositivos, ao receberem essa mensagem, devem responder com suas informações.

INSTRUÇÕES DE ENTREGA

Para a graduação, os grupos podem ser formados por até 4 pessoas. Para a pós-graduação, grupos de até 3 pessoas.

Um aluno de cada grupo deve enviar através do SIGAA (Atividade Trabalho 2 - T2), **até o dia 24/07/2025**, os seguintes dados para a entrega do trabalho:

1. Nome e número de matrícula dos membros do grupo;
2. Apresentação (slides) com os detalhes de implementação das três partes do trabalho, principalmente sobre o formato das mensagens trocadas entre os processos do sistema distribuído, linguagens, frameworks e bibliotecas utilizadas.
3. Anexar arquivo zip com o código-fonte do trabalho no SIGAA ou enviar link do repositório público (Github ou Gitlab).
4. Apresentar um link para um vídeo (até no máximo 5 minutos), demonstrando a execução do trabalho. O vídeo deve mostrar os processos sendo levantados, o

cliente sendo executado, bem como eventuais situações, como um sensor sendo desligado simulando uma falha.

PONTUAÇÃO EXTRA

- Utilizar dispositivos reais para os sensores/atuadores (ESP32, Raspberry Pi Pico, etc.)
- Fazer a descoberta com multicast UDP. Darei mais detalhes em sala.

GUIA PARA A PREPARAÇÃO DA APRESENTAÇÃO E VIDEO

A apresentação deve conter os seguintes itens, mas não se limita a:

1. Identificação do grupo (nome e número de matrícula).
2. Informação se o código está no GIT ou foi enviado para o SIGAA (inserir link)
3. Descrever o ambiente inteligente implementado e quais sensores/atuadores foram implementados. Destacar se usou sensores/atuadores reais. Explicar de quanto em quanto tempo os dados são enviados.
4. Listar as linguagens de programação e bibliotecas utilizadas em cada componente do sistema.
5. Apresentar o formato das mensagens utilizadas para fazer a descoberta.
6. Apresentar os endpoints desenvolvidos para o Serviço Web do Gateway.
7. Apresentar o esquema utilizado para o Gateway receber informações periódicas dos sensores (quantas e quais filas foram criadas, uso do RabbitMQ ou Kafka).
8. Apresentar o formato das mensagens e métodos do gRPC utilizados para o Gateway atuar nos Dispositivos Inteligentes.
9. Apresentar detalhes da interface de usuário do Cliente (Linha de Comando ou Gráfica)

Roteiro:

1. ligar tudo 2 de 3
2. se tiver descoberta (mostrar funcionando)
3. Listar dispositivos conectados.
4. Consultar estado de um dispositivo
5. Ligar/desligar um dispositivo.
6. Ajustar a configuração de um dispositivo (e.g., temperatura).
7. Remover um dispositivo (fica 1 de 3)
8. Listar dispositivos conectados.
9. Ligar os demais
10. Listar dispositivos conectados.
11. Consultar estado de um dispositivo
12. Ligar/desligar um dispositivo.
13. Ajustar a configuração de um dispositivo (e.g., temperatura).