

## AnunciosLoc

Sistema de Anúncios baseado em Localização

Coordenação de Engenharia Informática

Departamento de Engenharias e Tecnologias

Instituto Superior Politécnico de Tecnologias e Ciências

Trabalho Prático

09 de Outubro de 2025

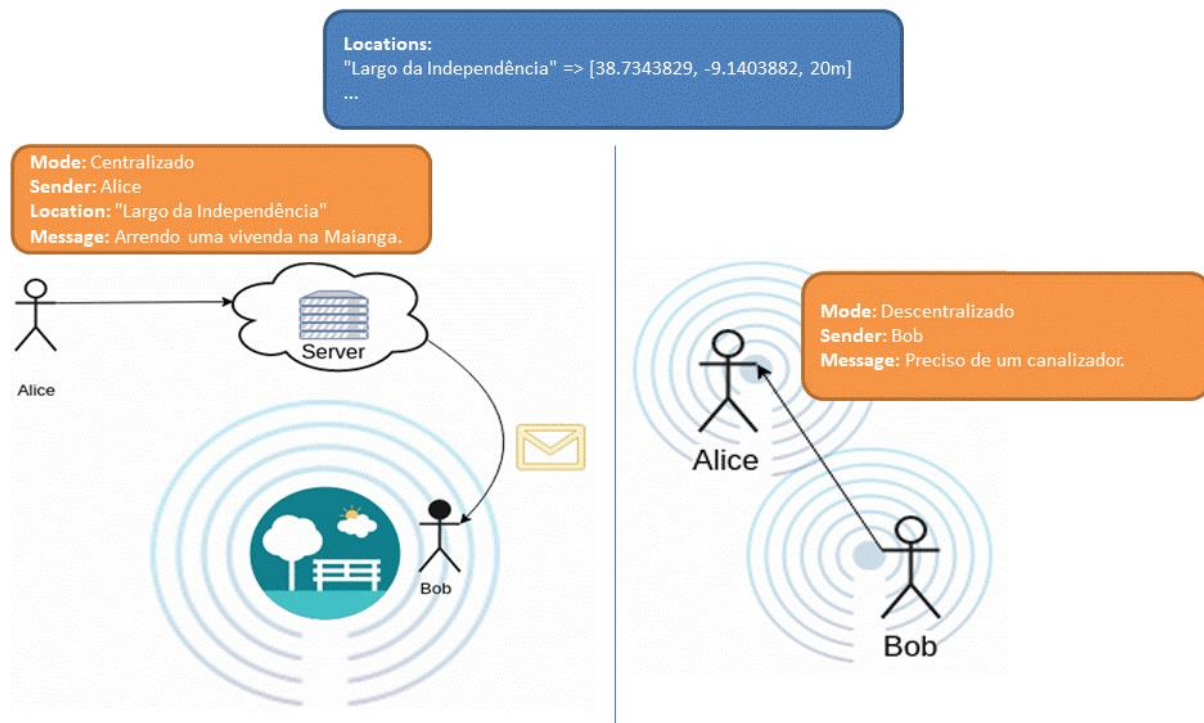
---

### Introdução

O objectivo deste projecto é desenvolver uma aplicação móvel distribuída chamada AnunciosLoc, que visa fornecer um conjunto de funcionalidades de mensagens baseadas em localização para utilizadores em centros urbanos. Conforme ilustrado na **Figura 1**, o AnunciosLoc deve permitir que os utilizadores publiquem mensagens em determinados locais (por exemplo, “Largo da Independência”, “Belas Shopping”, “Ginásio do Camama I”). Considere, por exemplo, este cenário de uso. Alice pretende arrendar um imóvel. Como ela sabe que no Largo da Independência pode haver muitos interessados, o AnunciosLoc permitirá que ela publique um anúncio para os visitantes deste Largo. Os visitantes que executam o AnunciosLoc em seus dispositivos móveis receberão uma notificação sempre que circularem por esta área. Eles podem então receber e ler a mensagem enviada por Alice. Os nomes dos locais são associados a coordenadas geográficas, que podem ser especificadas como coordenadas GPS ou identificadores WiFi. Para encaminhamento de mensagens, o AnunciosLoc deve oferecer suporte à entrega de mensagens em uma rede baseada em infraestrutura (por exemplo, 4G ou WiFi) e em uma rede sem fio sem infraestrutura (por exemplo, rede ad-hoc WiFi Direct).

Então, a ideia é desenvolver uma aplicação móvel que imite o uso de um post-it (anúncio) tradicional com algum texto escrito que possa ser colado em alguma parede. Outros podem passar perto da parede e, se estiverem interessados no assunto, podem ler o anúncio; ou podem fazer uma cópia dele e levá-lo consigo para entregá-lo mais tarde a outra pessoa. A seguir, explicamos em mais detalhes a funcionalidade do sistema.

A plataforma de destino do AnunciosLoc é o Android versão  $\geq 4.0$ . O WiFi Direct será usado para comunicação sem fio.



**Figura 1:** Cenário de uso do AnunciosLoc

Este projecto dará aos estudantes a oportunidade de adquirir diversas habilidades na área da computação móvel, a saber: (a) projectar uma aplicação móvel com base em uma lista de requisitos, (b) implementar uma aplicação Android, (c) gerir redes sem fio móveis com base em WiFi-Direct, (d) lidar com replicação de estado e consistência em redes sem fio móveis, (e) desenvolver técnicas adaptativas para melhorar a utilização de recursos, disponibilidade de dados e desempenho, e (f) desenvolver mecanismos de segurança para aplicações móveis.

## 2. Especificação

### 2.1. Funcionalidade de Base

AnunciosLoc é uma aplicação móvel que permite que os utilizadores publiquem mensagens com base nas localizações dos utilizadores. Os utilizadores podem: i) receber mensagens com base na localização de um servidor centralizado e ii) receber mensagens de dispositivos próximos.

#### 2.1.1. Arquitectura e Funções

A arquitectura básica do AnunciosLoc depende de um servidor central e de uma aplicação móvel cliente. O servidor central é acessível pela Internet e é responsável por gerir o estado do sistema. O cliente é uma aplicação móvel Android que os utilizadores instalam e executam em seus dispositivos e permite que os utilizadores executem as seguintes funções:

- F1. Registar utilizador
- F2. Log in/out
- F3. Listar / Criar / Remover locais
- F4. Registar / Remover anúncio
- F5. Visualizar anúncio

A função Registrar utilizador (F1) permite que os utilizadores criem uma nova conta de utilizador no sistema; o utilizador deve inserir um nome de utilizador e uma palavra-passe. O cliente então contacta o servidor AnunciosLoc, que deve garantir que o novo nome de utilizador seja exclusivo. Se a operação for bem-sucedida, o utilizador pode então efectuar login e iniciar uma nova sessão no cliente.

Para executar funções úteis no AnunciosLoc, o utilizador deve efectuar login (F2) no sistema com suas credenciais de conta (nome de utilizador e a palavra-passe), que devem ser validadas pelo servidor. Se forem válidas, o servidor deve gerar um novo ID de sessão, manter um registo interno associando esse ID de sessão ao nome de utilizador e retornar o novo ID de sessão ao cliente móvel. No entanto, se as credenciais forem inválidas, o servidor deve retornar um erro. Somente os utilizadores com IDs de sessão válidos poderão executar funções adicionais (F2-F6). A função de logout (F2) encerra a sessão actual.

Depois que uma sessão estiver activa, os utilizadores poderão gerir os locais. Um local é uma tupla que associa um nome legível por humanos a um conjunto de um conjunto geográfico. Coordenadas podem ser expressas em dois formatos possíveis: GPS ou IDs de WiFi. No GPS, uma localização é definida pela latitude e longitude de um determinado ponto e um raio em metros ao redor desse ponto, por exemplo, a localização “Largo da Independência” => [38.7343829, -9.1403882, 20m] representa uma área circular ao redor de um ponto caracterizado por latitude e longitude (primeiro e segundo campos da tupla) e raio de 20 metros; qualquer dispositivo posicionado dentro desse círculo será considerado como localizado no “Largo da Independência”.

Coordenadas geográficas também podem ser expressas como uma lista de IDs de WiFi, o que significa que se um dispositivo for capaz de detectar um sinal de WiFi de qualquer um dos IDs de WiFi na lista, o AnunciosLoc reconhecerá esse dispositivo como estando posicionado naquele local. Este ID pode ser o SSID de um roteador WiFi real ou (conjunto de roteadores WiFi), ou pode ser o SSID de um conhecido beacon BLE (Bluetooth Low Energy) colocado deliberadamente em algum lugar público para fins de propaganda (por exemplo, “zap-ponto-largoX”).

Os locais são especificados pelos utilizadores e enviados ao servidor, que mantém uma lista global de todos os locais existentes. Os utilizadores podem inserir livremente novos locais no sistema ou excluir os existentes. Eles também podem listar os locais existentes, mesmo que tenham sido inseridos por outros utilizadores. Os utilizadores também podem excluir os locais que foram criados por outros utilizadores. O nome de um local é apenas uma sequência de caracteres. Na versão básica, suponha que os locais sejam especificados correctamente e não se refiram a coordenadas físicas enganosas.

### 2.1.2. Perfies

Cada utilizador tem um perfil local, que consiste em um conjunto de pares de chaves que podem ser usados para especificar propriedades sobre o utilizador, em tópicos de interesse específicos (por exemplo, o clube de futebol preferido). Essas propriedades permitem que os remetentes de mensagens restrinjam o escopo de uma determinada mensagem dentro de um local de destino, por exemplo, "envie uma mensagem para os fãs do Real Madrid no Largo da

Independência ". O AnunciosLoc deve permitir que o utilizador altere seu perfil adicionando ou removendo pares de chaves (por exemplo, "club=Real Madrid"). Seus perfis são mantidos pelo servidor, mas também podem ser armazenados em cache no dispositivo do utilizador. O utilizador é livre para adicionar pares de chaves arbitrários ao seu perfil. O perfil de cada utilizador é privado, mas as chaves de cada par de chaves criado por qualquer utilizador são públicas; o servidor mantém uma lista de todas as chaves dos utilizadores e permite que eles obtenham essa lista. Isso é útil sempre que um utilizador deseja enviar uma mensagem e precisa restringir os possíveis destinatários com base em uma chave de perfil.

### 2.1.3. Mensagens

Os utilizadores podem postar mensagens em determinados locais; o nome do local do destino da mensagem de destino deve ser fornecido pelo utilizador e recuperado da lista de locais válidos do sistema. O utilizador pode limitar ainda mais o conjunto de utilizadores no local de destino que pode ler a mensagem, fornecendo uma política simples, que consiste em: um tipo de política, uma lista de restrição por perfil e uma janela de tempo. Existem dois tipos de políticas: *whitelist* e *backlist*. No primeiro caso, nenhum utilizador em um determinado local receberá a mensagem, excepto aqueles que correspondem à lista de key-value, por exemplo, {"Largo da Independência", *Whitelist*, "Profissao = Estudante"}, significa que a mensagem será encaminhada apenas para os utilizadores localizados em "Largo da Independência" cuja Profissão é "estudante". Por outro lado, a política da lista negra (*backlist*) permite que todos os utilizadores desse local recebam a mensagem, excepto os especificados na lista. Para receber todas as mensagens em um determinado local, o remetente pode usar uma política *whitelist*, ou seja, uma lista de restrição nula. A janela de tempo indica o prazo em que a mensagem deve ser visível para os utilizadores, por exemplo, de 10:00 à 23:00 de 10 de Março. As mensagens são visíveis apenas para os utilizadores que satisfazem todas as condições da política de publicação. O proprietário da mensagem também pode decidir remover a mensagem a qualquer momento.

Se um utilizador visitar um determinado local e seu perfil satisfazer as condições das mensagens publicadas para esse local, uma notificação será exibida no dispositivo do visitante e o utilizador poderá receber a postagem e lê-la. Se o utilizador receber a mensagem, a mensagem permanecerá disponível para o utilizador, mesmo se ele deixar o local de destino da mensagem ou a janela de visibilidade da mensagem expira. Caso contrário, se o utilizador não receber a mensagem explicitamente, ele deixará de estar disponível para o utilizador se ocorrer uma dessas condições, ou seja, o utilizador abandonar o local da mensagem de destino ou a janela de tempo expirar.

Se um utilizador receber uma determinada mensagem, será mostrado o conteúdo da mensagem, o nome do editor e a hora da publicação. Na versão da linha de base, o AnunciosLoc não permitirá explicitamente que o utilizador envie mensagens de volta (ou seja, resposta) ao editor original. Por esse motivo, se o editor quiser ser contactado de volta, deverá deixar algumas informações de contacto na própria mensagem, por exemplo, um endereço de email ou um número de telefone.

### 2.1.4. Modo de Entrega

Ao postar uma mensagem, o utilizador pode escolher o modo de entrega de mensagem preferido, entre centralizado e descentralizado. No primeiro caso, as mensagens são encaminhadas ao destino por meio do servidor. Para postar uma mensagem, um cliente se

conecta ao servidor e carrega os detalhes da mensagem e a respectiva política de postagem. O servidor armazena a mensagem em buffer e notifica os clientes que satisfazem as condições para recebê-la. Para determinar a localização actual de cada cliente, o servidor espera que cada cliente se conecte periodicamente ao servidor e anuncie sua localização actual (coordenadas de GPS e IDs de WiFi visíveis). O servidor rastreia a posição actual de cada cliente e a compara com cada mensagem postada. Se houver correspondências, os clientes são notificados de que há mensagens disponíveis para eles que podem receber. Se receberem uma mensagem, a mensagem é baixada para o dispositivo do cliente e armazenada em cache localmente. No modo de entrega centralizado, os dispositivos que não têm conexões com o servidor não conseguem postar novas mensagens nem ser notificados sobre mensagens disponíveis para eles.

Por outro lado, no modo de entrega descentralizada, a mensagem não é enviada pelo servidor, mas é enviada para o local de destino por um ou mais nós. No caso mais simples, o próprio publicador entrega a mensagem aos dispositivos no local de destino; a mensagem é armazenada no dispositivo do publicador, que continua rastreando sua própria localização (IDs de GPS ou WiFi). Se esta localização corresponder ao local de destino da mensagem, fará uma varredura em busca de outros dispositivos próximos para detectar aqueles que satisfazem as condições da política de postagem da mensagem. Os dispositivos escaneados devem responder indicando se existe uma correspondência ou não. Se sim, informam o nó do publicador que então envia aos mesmos (o dispositivo escaneado) uma cópia da mensagem. Esta mensagem agora está pronta para ser recebida pelo utilizador local.

Observe que nesta versão básica, apenas o publicador pode levar suas próprias mensagens para outros nós no destino alvo. Os dispositivos receptores podem apenas mostrar a mensagem ao utilizador local; eles não podem encaminhá-la para outros nós. Se o publicador nunca visitar o destino alvo da mensagem, ela nunca será entregue a outros nós.

## 2.2. Funcionalidades Avançadas

Além das funcionalidades básicas, os estudantes também devem implementar duas funcionalidades avançadas (para obter a classificação total, ou seja, 20 pontos), conforme descrito a seguir:

**Roteamento de retransmissão.** Esse recurso visa acelerar a entrega de mensagens no modo de entrega descentralizado, contando com nós adicionais para ajudar a transportar mensagens para o destino alvo – esses nós são chamados de mulas. Suponha, para simplificar, que uma mensagem pode ter no máximo mulas de um salto, ou seja, o publicador pode passar a mensagem para um nó vizinho, mas esse nó – ele próprio uma mula – só pode entregar a mensagem para nós finais, ou seja, nós no destino alvo; a mula não pode encaminhar a mensagem para mulas intermediárias adicionais. Portanto, a solução deve ser capaz de suportar várias mulas, mas cada mula só pode transportar mensagens para o destino final.

Observe que as mulas podem ser eleitas para encaminhar mensagens em nome de outros, mesmo que o perfil do utilizador local não corresponda à política de postagem da mensagem. As mulas têm um espaço limitado para transportar mensagens de terceiros. Este espaço limitado é um parâmetro de configuração que deve ser especificado pelo utilizador local. Os estudantes têm a liberdade de implementar qualquer algoritmo que possa ajudar a maximizar a probabilidade de uma mensagem chegar ao destino. Em particular, em vez de encaminhar a mensagem para todos os nós em que ela esbarra, o publicador pode ser mais inteligente ao

escolher as mulas. Soluções que reduzem o número de mensagens trocadas ou o consumo de energia serão favorecidas.

**Segurança.** Na configuração de linha de base, a segurança está ausente. Os estudantes são convidados a aprimorar a segurança do sistema em termos de atingir as seguintes metas de segurança: (1) garantir que a comunicação entre clientes e servidor seja segura contra um adversário com a capacidade de espionar a rede, modificar os pacotes trocados, suprimir pacotes ou introduzir novos pacotes e (2) garantir que um receptor de mensagem possa autenticar a mensagem conforme publicada por um utilizador específico e que ela não tenha sido adulterada durante a transmissão.

### 3. Implementação

A plataforma de destino para o AnunciosLoc é o Android e o código-fonte da aplicação móvel deve ser escrito em Java. Os estudantes podem usar APIs do Android livremente. No entanto, bibliotecas de terceiros não são permitidas, a menos que sejam explicitamente aprovadas pelo corpo docente. O servidor central deve ser implementado como uma aplicação Java autónomo.

Infelizmente, não é possível fornecer dispositivos Android reais e adesivos de beacon BLE para testar o projecto. Portanto, o projecto deve ser testado em um testbed de emulação baseado em software, que compreende o emulador Android nativo e o emulador Termite Wifi Direct. Este testbed permitirá que emule: 1) dispositivos dos utilizadores a executar a aplicação móvel, 2) comunicação entre dispositivos, 3) sinalização de beacon, 4) rastreamento por GPS e 5) comunicação com o servidor AnunciosLoc. O testbed pode ser configurado em um único computador. Este computador também pode ser usado para hospedar o servidor AnunciosLoc.

O emulador Android vem nativamente com o Android SDK e fornece suporte para GPS e conectividade com a Internet. No entanto, não emula as APIs WiFi Direct e Bluetooth.

O Termite é um emulador de rede WiFi Direct. O Termite pode emular uma rede sem fio de nós virtuais que se movem ao longo do tempo e são capazes de interagir oportunisticamente sempre que estiverem localizados em um alcance próximo. Os nós virtuais consistem em instâncias do emulador Android a executar a aplicação de teste. O desenvolvedor é responsável por especificar a topologia e a dinâmica da rede virtual.

No contexto do AnunciosLoc, o Termite deve ser usado para emular a comunicação WiFi Direct entre os dispositivos dos utilizadores e a sinalização/detecção de beacons BLE. Como os beacons BLE usam Bluetooth para anunciar sua localização, não podem ser simulados directamente pelo Termite. Portanto, para simplificar, os beacons BLE devem ser simulados como nós WiFi Direct normais que são usados exclusivamente para transmitir um identificador de rede para os dispositivos próximos. O Termite será disponibilizado em breve.

A interface a ser disponibilizada pela aplicação AnunciosLoc deve ser simples e, ao mesmo tempo, completa, ou seja, mostrar de forma clara todas as funcionalidades suportadas.



## 4. Etapas de Desenvolvimento

Recomendamos que desenvolva o projecto em cinco etapas:

1. **Desenho da GUI:** estude os requisitos do projecto e projecte a interface gráfica do utilizador da sua aplicação. Crie um wireframe de actividade da aplicação.
2. **Implementação da GUI:** implemente todos os componentes gráficos da sua aplicação, incluindo a navegação entre as telas. Neste ponto, não se preocupe com a rede. Use dados codificados para simular a interação com o servidor ou beacons. Certifique-se de projectar sua aplicação de forma modular.
3. **Comunicação com o servidor:** implemente o servidor central e estenda a aplicação móvel para se comunicar com o servidor.
4. **Comunicação WiFi Direct:** conclua a funcionalidade básica do projecto implementando a comunicação WiFi Direct. Precisa apenas usar o Termite neste ponto.
5. **Funcionalidades avançadas:** implemente funcionalidades avançadas sobre segurança e robustez.

## 5. Processo de classificação e Entregas

Os projectos serão avaliados com base em várias dimensões. Os pontos mais importantes são: funcionalidades básicas e avançadas implementadas, modularidade da implementação, qualidade técnica de algoritmos, protocolos e decisões de eficiência de funcionalidades. Também avaliaremos a responsividade e a intuitividade da interface da aplicação. No entanto, a estética da GUI não será considerada. Portanto, como dito acima, mantenha a GUI o mais simples possível, ao mesmo tempo em que fornece as informações necessárias

Existem dois marcos importantes do projecto:

- **11/11/20225:** Entrega da versão intermédia – um protótipo funcional do AnunciosLoc e um relatório da versão intermédia.
- **05/01/2026:** Entrega da versão final do projecto – um protótipo totalmente funcional do AnunciosLoc e um relatório final.
- Cada Entrega:
  - Demonstração do projecto – Cada grupo terá 15 minutos para apresentar os protótipos desenvolvidos. Cada grupo deve preparar um conjunto de testes para a demonstração. Esses testes devem ser cuidadosamente preparados para mostrar a funcionalidade da aplicação.
  - Discussão do projecto – A discussão levará 15 minutos por grupo. A nota final atribuída a cada estudante também dependerá de seu desempenho na discussão oral (além do projecto em si) e pode variar dentro de cada grupo.

**Bom trabalho!**