

TRABALHO PRÁTICO

1ª meta - 6 valores

Neste trabalho prático pretende-se que seja desenvolvido um sistema distribuído de comunicação em rede, com características semelhantes ao *Slack*. A implementação será feita com a linguagem Java, utilizando os conceitos estudados na unidade curricular. O sistema será essencialmente composto por dois tipos de aplicações: **cliente**, com a qual os utilizadores irão interagir, e **servidor**, que será responsável por toda a lógica de negócio e pela persistência da informação. Nas próximas seções são descritos os requisitos funcionais do sistema e os requisitos arquiteturais para cada uma das aplicações.

1. Requisitos Funcionais

O sistema de comunicação em rede pretendido deve oferecer as seguintes funcionalidades:

- **Registo de novos utilizadores**, que são caracterizados por um nome, um *username*, uma *password* e uma fotografia;
- **Autenticação de utilizadores** já registados através de um *username* e de uma *password*;
- **Criação, edição e eliminação de canais**, que são grupos onde diversos utilizadores podem conversar entre si. Cada canal é caracterizado pelas seguintes informações: nome, descrição, *password* de acesso e identificação do utilizador que o criou. Para aceder a um canal e conversar com os restantes membros, um utilizador precisa de inserir a *password* de acesso. Após ter sido criado, um canal só pode ser editado ou eliminado pelo utilizador que o criou;
- **Troca direta de mensagens entre utilizadores**, onde um utilizador apenas necessita de saber o *username* do destinatário para conseguir enviar-lhe uma mensagem;
- **Partilha de ficheiros**, tanto de forma direta entre utilizadores como através de canais. Neste último caso, após ter sido enviado para o sistema, o ficheiro fica disponível para *download* por todos os membros do canal de destino. Podem ser partilhados ficheiros de qualquer tipo. Após ser enviado, um ficheiro fica para sempre disponível para *download* pelo(s) destinatário(s) (i.e., um utilizador específico ou um canal);
- **Listar todos os canais e utilizadores existentes** no sistema, sendo possível realizar pesquisas e filtragens através dos atributos definidos para ambos. Todos os atributos devem ser apresentados nas listagens obtidas;
- **Listar as n últimas mensagens trocadas** diretamente com um utilizador ou no contexto de um canal;
- **Apresentar os seguintes dados estatísticos para cada canal**: número de utilizadores, número de mensagens enviadas e número de ficheiros partilhados.

Ao implementar as funcionalidades descritas, tenha em consideração os seguintes aspetos:

- As funcionalidades só estão disponíveis para utilizadores autenticados, o que significa que sem autenticação não se tem acesso ao sistema;
- Não podem ser criados utilizadores e canais com nomes iguais. Por outro lado, os nomes dos ficheiros partilhados podem ser repetidos, sendo por isso necessário implementar estratégias que permitam este aspeto;
- As operações de *upload* e *download* de ficheiros podem ser morosas e, em consequência, bloquear a aplicação cliente durante um tempo exagerado na perspetiva do utilizador. Desta forma, ambas as operações devem ser feitas em *background*, sendo o utilizador notificado aquando do seu término;
- Existem aspetos relacionados com as funcionalidades descritas que estão omissos neste enunciado. Isto significa que os alunos têm total liberdade para lidar com esses aspetos e implementarem soluções da forma que melhor entenderem. Em caso de dúvidas, devem contactar um dos docentes para as esclarecerem.

2. Requisitos Arquiteturais

A arquitetura geral do sistema aqui descrito é apresentada na Figura 1, sendo constituída pelos seguintes elementos:

- Múltiplos (n) servidores, cada um com acesso a uma base de dados independente;
- Múltiplos (n) clientes, sendo que cada um comunica com um único servidor via UDP e TCP.

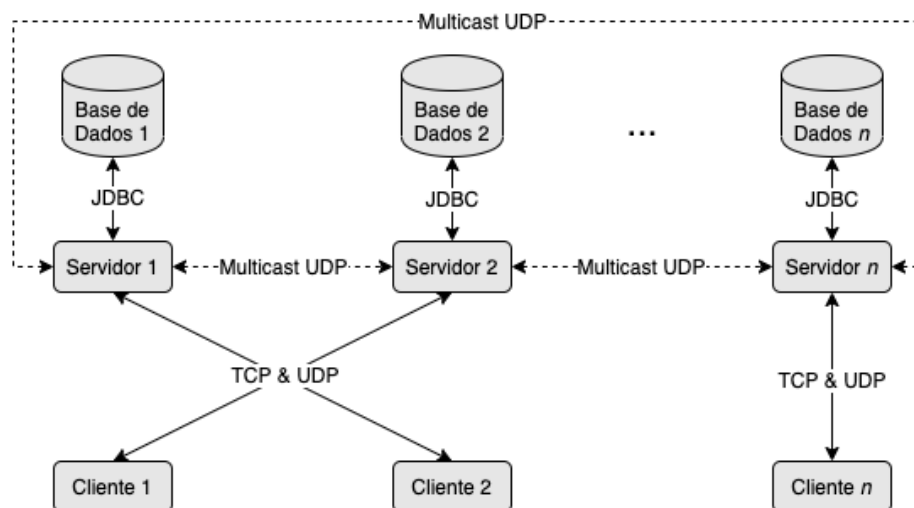


Figura 1 - Arquitetura geral do sistema

A implementação deve seguir os seguintes requisitos arquiteturais genéricos:

- Na fase de arranque os clientes recebem o endereço IP e o porto de escuta UDP de um dos servidores que está ativo e cada servidor recebe os seus portos de escuta UDP

e TCP, bem como o endereço de IP da máquina onde se encontra a sua respetiva base de dados;

- Será valorizado o facto de o código das aplicações desenvolvidas ter sido estruturado de uma forma modular, com uma separação clara entre lógica de negócio, lógica de comunicação e interface do utilizador, podendo esta ser em modo texto ou gráfico;
- As aplicações que constituem o sistema (clientes e servidores) necessitam de suportar a execução simultânea de diversas operações (e.g., *downloads*, *uploads* e notificações assíncronas). Desta forma, deve recorrer-se aos mecanismos de programação concorrente estudados (e.g., *threads*) sempre que se justificar a sua utilização;
- Com exceção das interfaces do utilizador desenvolvidas (em modo texto ou gráfico), a utilização de bibliotecas *third-party* (i.e., externas) na implementação do trabalho é estritamente proibida, levando a que todos os componentes que as utilizem sejam ignorados para efeitos da avaliação.

As duas aplicações a serem implementadas devem ter o seguinte funcionamento:

- Os clientes começam por contactar, via UDP, o servidor indicado na fase de arranque com o objetivo de determinarem se podem estabelecer uma ligação TCP com este. Dependendo da carga (i.e., do número de clientes conectados) que esse servidor tenha comparativamente aos restantes que estão em execução, a resposta pode ser positiva ou negativa. Se existir pelo menos um servidor ativo que tenha menos de 50% da carga atual do servidor inquirido, a resposta será negativa. Caso contrário, será positiva. A resposta deve ainda incluir a lista de endereços IP e portos UDP dos servidores que estão ativos. Esta lista é ordenada em função das respetivas cargas de forma crescente. O comportamento a adotar pelos clientes para as diferentes respostas é o seguinte:
 - No caso de uma resposta negativa, o cliente deve repetir o processo de contacto para o primeiro servidor que lhe foi indicado na lista (i.e., com menor carga);
 - No caso de uma resposta positiva, que inclui a indicação do porto de escuta TCP correspondente, o cliente pode estabelecer uma ligação TCP com o servidor em causa.
- Para que a lógica descrita no ponto anterior seja exequível, cada servidor necessita de saber quantos clientes estão ligados a si e aos restantes em execução. Assim sendo, sempre que um novo cliente estabelece uma ligação TCP com um servidor, este deve enviar esta informação por *multicast* UDP aos restantes servidores, recorrendo ao porto 5432. Adicionalmente, todos os servidores devem emitir um *ping* periódico, também por *multicast* UDP. Este *ping* permite que, caso um servidor fique *offline*, os restantes tomem conhecimento e o excluam das suas listas de servidores ativos;
- Depois de um dos servidores confirmar ao cliente que este se pode ligar via TCP, o cliente deve estabelecer a respetiva ligação no porto indicado. Esta ligação é permanente e um cliente está ligado a apenas um servidor;

- Cada servidor tem a sua base de dados independente, acedida via API JDBC, sendo recomendada a utilização do sistema MySQL. No entanto, os alunos têm a liberdade de escolher outro sistema desde que as bases de dados sejam relacionais;
- Toda a informação de um servidor é armazenada na sua respetiva base de dados, com exceção dos ficheiros partilhados pelos utilizadores, que são armazenados diretamente no seu sistema de ficheiros local (i.e., na base de dados apenas são armazenados os caminhos para os ficheiros);
- Um servidor, ao receber novos dados (mensagens, ficheiros, registos de utilizadores, etc.), dissemina essa informação pelos restantes, via *multicast* UDP. O objetivo é que o estado dos servidores seja coerente e que exista redundância suficiente para que, quando um termina, o sistema continue totalmente operacional (desde que exista pelo menos um servidor ativo). A estratégia a implementar para este fim fica ao critério dos alunos, devendo ser garantidos os seguintes aspetos:
 - Um servidor, após enviar dados para os restantes servidores, deve obter a confirmação de que o envio ocorreu sem erros e sem perdas. Caso tal não aconteça, o envio deve ser repetido até um determinado limite de tentativas;
 - Os ficheiros devem ser divididos em *chunks* (i.e., partes) com um tamanho máximo de 5 kB, sendo cada *chunk* enviado individualmente para os restantes servidores.
- O cliente faz chegar as mensagens enviadas pelo utilizador ao servidor onde se encontra ligado, utilizando a ligação TCP já estabelecida. Estas mensagens chegam depois aos clientes destino através dos servidores a que estes estão ligados, utilizando igualmente as ligações TCP já estabelecidas. Isto implica que os servidores possam enviar mensagens de forma assíncrona aos seus clientes (i.e., sem ser em resposta a um pedido explícito dos clientes). A disseminação das mensagens entre servidores é garantida pela abordagem discutida no ponto anterior;
- A partilha de ficheiros por utilizadores segue a mesma abordagem descrita para as mensagens, com a diferença de que um ficheiro não é imediatamente enviado para os clientes destino, ficando armazenado nos servidores. Quando um ficheiro é partilhado, os clientes que lhe podem aceder recebem uma mensagem onde consta o nome do ficheiro e um código que o identifica. Por sua vez, quando um utilizador quiser fazer *download* de um ficheiro, deve fazer um pedido nesse sentido ao seu servidor, indicando o código correspondente. Assim sendo, este processo de *download* é síncrono;
- Em todos os cenários expostos, a comunicação pode ser feita da forma que os alunos entenderem ser mais apropriada. Ou seja, podem ser utilizadas estratégias baseadas em cadeias de caracteres ASCII ou em objetos serializados;
- Quando um servidor termina de forma ordenada/intencional, este encerra as ligações TCP ativas, o que faz com que os clientes que se encontram ligados a ele também terminem de forma ordenada;

- Deve existir um mecanismo de *failover* que atue da seguinte forma: caso um cliente esteja ligado a um servidor que termina subitamente, este cliente deve ligar-se a um outro servidor de forma automática, sem que o utilizador se aperceba do sucedido e sem que se perca a tarefa que estava a ser executada durante o momento do término abrupto. Cada grupo de alunos deve propor o seu mecanismo de *failover*, não sendo expectável que diferentes grupos apresentem as mesmas soluções;
- Quando um servidor termina e volta a estar ativo mais tarde, é necessário garantir que este fique consistente com os restantes servidores. Por outras palavras, é necessário que ele receba os novos dados que possam eventualmente ter sido recebidos e armazenados pelos restantes enquanto esteve *offline*. Cada grupo de alunos deve propor a sua solução para este problema, não sendo novamente expectável que diferentes grupos apresentem as mesmas soluções. É de referir que este problema apenas pode ser resolvido quando o servidor em causa não é o primeiro a ficar ativo. Caso seja o primeiro, o seu estado atual será assumido como sendo o mais atualizado no sistema, servindo a informação que detém de referência para os restantes.

3. Extras

A interface do utilizador da aplicação cliente descrita neste enunciado pode ser implementada em modo consola (i.e., texto). Os aspetos fundamentais considerados na avaliação base são se cumpre as funcionalidades pretendidas e se apresenta toda a informação necessária de forma adequada aos utilizadores. No entanto, os alunos que apresentem uma aplicação que cumpra minimamente os requisitos essenciais e que tenha uma interface do utilizador gráfica (GUI) funcional e completa, terão uma bonificação extra que poderá ir até aos 7,5% da nota atribuída. Ou seja, um trabalho avaliado em 80% que tenha a totalidade deste extra passa a valer 86% ($80\% + 80\% * 7,5\%$). Note-se que indexar esta bonificação à parte fundamental do trabalho (i.e., funcionalidades) tem como objetivo evitar que se dê prioridade ao desenvolvimento da GUI em detrimento do essencial. Caso a nota final com bonificação ultrapasse os 100%, esta será truncada neste valor.

4. Considerações Gerais

Os alunos devem ter em consideração os seguintes aspetos para a realização do trabalho:

- O trabalho deve ser realizado preferencialmente por grupos de três alunos, não podendo este valor ser ultrapassado nem inferior a dois;
- A constituição dos grupos deverá ser registada em momento oportuno através da plataforma Moodle;
- As opções tomadas durante o projeto (e.g., aspetos não especificados no enunciado, tratamento de erros, etc.), os aspetos relevantes do sistema desenvolvido (pormenores de implementação, diagrama de entidade relacionamento e modelo

físico das bases de dados, diagramas temporais, etc.) e o manual de utilizador devem ser devidamente documentados de um modo sintético num documento do tipo PowerPoint;

- No documento referido na alínea anterior, é aconselhável a utilização de figuras e capturas de ecrã;
- Esta 1ª fase do trabalho prático deverá ser entregue até ao dia 11 de dezembro de 2020, através da plataforma InforEstudante, num ficheiro com a designação *PD-2021-F1-TP-Gx.zip*, sendo x o número do grupo;
- O ficheiro referido no ponto anterior deve incluir o código fonte (ficheiros “.java”) e a documentação produzida, assim como os ficheiros auxiliares necessários à execução e teste das aplicações sem necessidade de recorrer a qualquer IDE (e.g., o *byte code* gerado e respetivas *batch files* e/ou ficheiros do tipo *jar* executáveis);
- Como é referido ao longo do enunciado, existem várias situações onde os grupos devem propor as suas próprias soluções para problemas já identificados. Não é expectável que diferentes grupos apresentem soluções iguais. Caso este cenário se verifique, os grupos envolvidos terão de se justificar. **A deteção de situações de plágio (quer nestes aspetos em aberto do enunciado ou em qualquer outra parte) leva a uma atribuição direta de 0 valores na nota do trabalho aos alunos de todos os grupos envolvidos, podendo ainda os mesmos estar sujeitos a processos disciplinares.**