

1. **[5 valores]** Quando concebido para que dois ou mais elementos sejam executados em computadores diferentes interligados por uma rede de comunicação (que no quadro atual se pode considerar como normalizada numa ligação IP), um sistema informático é considerado distribuído. A dependência remota apela a aspetos de infraestrutura de sistemas distribuídos, enquanto mecanismos usados por elementos de um sistema informático.
 - a) Discuta o modelo de serviços do quadro tecnológico e especificações OSGi no que pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas informáticos com elementos distribuídos, justificando devidamente com exemplos clarificadores.
 - b) O modelo de serviços e quadro tecnológico JINI permite que elementos distribuídos interajam na base de chamadas de métodos remotos (RMI). Explique de forma sucinta os principais mecanismos disponíveis para o desenvolvimento de elementos distribuídos enquanto serviços JINI. Justifique com aspetos de implementação.
2. **[5 valores]** Na interação entre elementos distribuídos podem ser adotados os modelos de chamada/resposta também conhecido por modelo *Remote Procedure Call* (RPC) ou troca de mensagens seja por mecanismo de fila/queue ou publicação/subscrição (publish/subscribe) ou ainda um espaço de partilha como o modelo LINDA implementado pelo serviço JavaSpaces/JINI, em ambos os casos envolvendo elemento intermédio (broker).
 - a) Discuta de forma fundamentada a adoção do modelo publish/subscribe implementado pelo projeto Apache Kafka na interação entre elementos de um sistema distribuído. Estabeleça um paralelo entre este modelo e o modelo RPC detalhando vantagens e desvantagens de cada um.
 - b) Descreva o serviço JavaSpaces detalhando os mecanismos que coloca disponíveis para a interação entre elementos de um sistema distribuído. Estabeleça um paralelo com os serviços disponibilizados pelo quadro Apache Kafka.
3. **[5 valores]** A coordenação entre elementos de um sistema distribuído na execução de múltiplos serviços em diferentes elementos distribuídos requer a manutenção da consistência do estado global do sistema. O modelo transacional X/OPEN enquanto conjunto de especificações standard tem por objetivo o garante das propriedades ACID.
 - a) Apresente um exemplo que lhe permita fundamentar a utilização do serviço JINI mahalo (*Transaction Manager*) na garantia da consistência de estado global num sistema distribuído. Discuta na sua resposta a fundamentação para a utilização da interface *TransactionParticipant*.
 - b) O serviço Mahalo não garante a coordenação no acesso concorrente a elementos de dados em serviços distribuídos sendo que não garante um equivalente séria para a execução das transações quando operações de conflito são executadas sobre um mesmo elemento. Justifique a asserção e discuta um exemplo onde o problema ocorra, apresentando uma solução em que a consistência de estado é garantida.
4. **[5 valores]** Mecanismos de tolerância a falhas são essenciais para garantir um determinado grau de confiabilidade (*Reliability*), na base de replicas em diferentes computadores físicos, eventualmente posicionados em diferentes locais físicos para uma dimensão de recuperação perante desastre (*disaster recovery*).
 - a) O sistema Zookeeper na implementação do algoritmo de coordenação distribuída Zab (versão do algoritmo paxos) permite a garantia de serviços de acesso a uma estrutura de dados perante a falha até um determinado número de servidores (quando os servidores executarem em computadores diferentes). Discuta de forma fundamentada os mecanismos que tornam o Zookeeper candidato a ser usado no desenvolvimento de sistemas distribuídos com grau mais elevado de confiabilidade (tolerância a falhas).
 - b) Fundamente como poderia utilizar o Zookeeper no desenvolvimento de um mecanismo de coordenação da concorrência no garante da equivalente série para a execução de transações concorrentes. Fundamente com um exemplo simples, por exemplo o acesso de clientes computacionais a operação de leitura/escrita sobre contas bancárias (elemento de dados).

Nota: As respostas devem ser devidamente fundamentadas com os formalismos mais apropriados.

Luís Osório