

1. **[5 valores]** Um sistema informático é considerado distribuído quando concebido para que dois ou mais elementos sejam executados em computadores distintos, interligados por uma rede de comunicação (que no quadro atual se pode considerar como normalizada numa ligação IP). A dependência remota apela a aspetos de infraestrutura de sistemas distribuídos, enquanto mecanismos usados na interação entre elementos de um sistema informático.
 - a) Argumente sobre 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) Estabeleça um paralelo entre serviços no quadro OSGi e serviços no quadro tecnológico JINI. Compare os principais mecanismos disponíveis para o desenvolvimento de elementos distribuídos. Justifique com aspetos de implementação.
2. **[5 valores]** A interação entre elementos distribuídos pode basear-se em modelos de chamada/resposta também conhecido por modelo *Remote Procedure Call* (RPC), na troca de mensagens seja por mecanismo de fila/queue ou publicação/subscrição (publish/subscribe) ou num espaço de partilha como o modelo LINDA implementado pelo serviço JavaSpaces/JINI, nos dois últimos casos envolvendo elemento intermédio (broker).
 - a) Argumente sobre os modelos enunciados fundamentando aspetos chave assim como as vantagens/desvantagens de cada um. Exemplifique sobre os quadros tecnológicos estudados (OSGi, JINI, Kafka) e assuma que os elementos pertencem a sistemas informáticos diferentes (de diferentes empresas de desenvolvimento).
 - b) Estabeleça um paralelo entre o serviço JavaSpaces e o sistema de mensagens Apache Kafka detalhando os mecanismos para a interação entre elementos de um sistema distribuído. Exemplifique a adoção de cada quadro tecnológico com um caso de utilização que melhor exemplifique a sua aplicação.
3. **[5 valores]** A consistência do estado global de um sistema (ou sistema de sistemas) envolvendo elementos distribuídos requer mecanismos de coordenação no que o modelo transacional X/OPEN, enquanto conjunto de especificações standard, é um exemplo no garante das propriedades ACID.
 - a) Argumente de forma fundamentada sobre a necessidade de mecanismos de coordenação no desenvolvimento de sistemas informáticos distribuídos. Em particular, descreva os principais elementos da especificação X/Open com um exemplo clarificador da sua utilização.
 - b) Argumente como pode garantir uma execução equivalente sequencial (serializada) na execução das transações quando operações de conflito são executadas sobre um mesmo elemento de dados, quando utiliza o serviço de gestão de transações Mahalo. Fundamente com um exemplo clarificador.
4. **[5 valores]** A confiabilidade (reliability) de sistemas informáticos é fundamental para domínios de aplicação onde o risco de falha tem que ser minimizado. Esta característica de qualidade é garantida através de mecanismos de tolerância a falhas na base de replicas em diferentes computadores físicos, eventualmente posicionados em diferentes locais físicos para uma dimensão de recuperação (operação) perante desastre (*disaster recovery*).
 - a) Discuta a aplicação do sistema Zookeeper na manutenção de uma estrutura de dados tolerante a falhas com a garantia da sua consistência perante operações (leitura/escrita) de elementos cliente distribuídos por uma rede de computadores.
 - b) Detalhe a configuração de um sistema Zookeeper enquanto serviço de diretoria com referências para serviços (*registry*) na implementação de Remote Services no quadro de modularidade/tecnológico OSGi. Justifique como evoluiu a configuração para um quadro tolerante a falhas (em relação à configuração usada no exemplo sobre serviços remotos OSGi).

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

Luís Osório