

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE D
COIMBRA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Departamento de Engenharia Informática

Projeto #2 v1.0

Algoritmos e Estruturas de Dados

2025–2026 – 2º Semestre

1 Definição do problema

O objetivo deste projeto é consolidar o conhecimento sobre **árvores de pesquisa**, analisando operações de inserção, consulta por intervalo e remoção, aplicadas a um caso de uso realista: **transações financeiras**.

Cenário: Considere um sistema financeiro (por exemplo, pagamentos eletrónicos, transferências bancárias ou operações comerciais), onde cada transação corresponde a uma operação individual registada no sistema.

Cada transação é caracterizada por:

- Um **identificador único** (id), que identifica a transação;
- Um **valor monetário**, correspondente ao montante da transação;
- Um **nível de risco**, representando a importância da transação (usado, por exemplo, para deteção de fraude).

2 Operações

Em sistemas reais, operações como inserção, pesquisa e remoção ocorrem de forma intercalada. No entanto, para simplificar a análise experimental neste projeto, consideram-se separadamente **três fases distintas**.

2.1 Fase 1: Inserção de transações

Nesta fase, são inseridas novas transações na estrutura de dados. Cada inserção recebe uma transação representada pelo triplo:

$$(id, valor, risco)$$

Os valores monetários das transações **não são necessariamente únicos**, mas os ***id* são sempre únicos**.

2.2 Fase 2: Consulta por intervalo

Nesta fase, são realizadas consultas por intervalo sobre os valores monetários. Cada consulta é definida pelo triplo:

$$(valor_1, valor_2, risco_{\min})$$

onde $[valor_1, valor_2]$ representa o intervalo de valores monetários e $r_{\min}$ o nível mínimo de risco.

A estrutura deve devolver **os identificadores (*id*) de todas as transações** cujo valor esteja no intervalo $[valor_1, valor_2]$ e cujo nível de risco seja maior ou igual a $risco_{\min}$.

2.3 Fase 3: Remoção de transações

Na terceira fase, transações previamente inseridas devem ser removidas da estrutura de dados. Uma vez que os valores monetários **não são necessariamente únicos**, cada operação de remoção é definida pelo valor:

$$(valor)$$

Caso existam múltiplas transações com o mesmo valor monetário, **todas as transações com esse valor devem ser removidas**.

3 Estruturas de dados

O objetivo é construir estruturas de dados eficientes que suportem corretamente as operações descritas anteriormente, com especial foco em **árvores de pesquisa**. Estas estruturas permitem manter os dados ordenados de forma dinâmica, garantindo rapidez em operações fundamentais como inserção, remoção e pesquisa, mesmo na presença de grandes volumes de dados.

Os alunos deverão implementar:

- **Árvores Binárias de Pesquisa**
- **Árvores AVL**
- **Árvores Vermelhas e Pretas**
- **Árvores Splay**

4 Geração de dados de input

Devem ser gerados conjuntos de dados para as três fases do problema. Os requisitos para os inputs são:

- Os conjuntos de dados devem ser **gerados pelos alunos**;

- Devem existir diferentes tipos de input, variando a dificuldade das operações de **inserção**, **consulta por intervalo** e **remoção**, de acordo com a estrutura implementada;
- Os alunos devem refletir e justificar que tipos de input constituem casos mais desafiantes para cada estrutura de dados;
- Cada tipo de input deve ser testado em todas as estruturas implementadas, garantindo uma comparação justa;
- O número de transações a considerar em cada fase deve obedecer às seguintes regras:
  - **Inserção:** o número total de transações inseridas deve variar entre 100 000 e 1 000 000;
  - **Consulta:** para cada conjunto de transações inseridas, devem ser realizadas pelo menos 10 000 consultas por intervalo;
  - **Remoção:** deve ser removida uma fração significativa das transações inseridas (pelo menos 20%).

5 Otimização

Em muitos sistemas financeiros reais, as **consultas por intervalo** são significativamente mais frequentes do que as operações de inserção ou remoção, sendo frequentemente executadas em cenários de análise, auditoria ou deteção de fraude.

Neste contexto, os alunos devem propor e implementar uma abordagem de **otimização** das estruturas de dados, com o objetivo de melhorar o desempenho das **consultas por intervalo**.

6 Avaliação Experimental

A avaliação experimental deverá considerar:

- Tempo de execução e número de rotações na **inserção**;
- Tempo de execução da **consulta por intervalo**;
- Tempo de execução e número de rotações na **remoção**;
- Impacto do **tipo de input** em cada uma das três fases;
- Comparação do desempenho das **diferentes estruturas** implementadas.

7 Relatório

Um **template de relatório** será disponibilizado aos alunos.

A submissão do relatório deverá ser feita até:

12 de abril de 2025 23:59