

### Trabalho de Laboratório de Banco de Dados

Este trabalho deve ser desenvolvido em grupos de quatro alunos. Grupos menores podem ser formados, mas a avaliação não considerará o número de integrantes do grupo, isto é, a avaliação seguirá os mesmos critérios quantitativos e qualitativos para todos os trabalhos, independentemente da quantidade de integrantes da equipe.

Todos os artefatos produzidos neste trabalho deverão ser postados no Sistema e-Disciplinas em área específica. Formatos de arquivos, quando solicitados (por exemplo: PDF), devem ser obedecidos.

A data máxima para entrega do trabalho é especificada no plano de aulas, mas os grupos podem postar os artefatos no E-DISCIPLINAS a qualquer momento. Entregas após a data não serão aceitas e receberão nota zero para a etapa ausente. **O grupo que deixar de realizar a entrega final (terceira entrega)** até a data estabelecida receberá nota zero e os integrantes estão reprovados na disciplina.

O trabalho será composto de várias partes e envolverá o uso de um SGBD. Ao final, deve ser obtido um sistema funcional usando SGBD. O grupo pode escolher o SGBD que usará, mas não é permitido o uso de *frameworks* (tais como *Hibernate* e similares). É interessante que o grupo escolha um SGBD que tenha suporte a orientação a objetos, visto que este assunto compõe uma etapa do trabalho. Para a correção do trabalho, pode ser necessário que o grupo prepare uma máquina com todas as instalações necessárias para execução dos artefatos de software desenvolvidos. O grupo será convocado a apresentar essa preparação, quando da avaliação do trabalho, se for necessário.

A professora da disciplina dará suporte para todas as fases de desenvolvimento do trabalho considerando o SGBD Oracle. Para aqueles que estão usando outros SGBDs, o suporte será dado no nível teórico e lógico. Problemas diretos com a implementação no SGBD não serão, necessariamente, suportados. O monitor da disciplina também está disponível para dirimir dúvidas sobre SGBDs que domina, mas não oferecerá suporte para todos os SGBDs.

**Em todos os casos de dúvidas o grupo não deve deixar para recorrer à ajuda da professora ou do monitor na época próxima da entrega do trabalho, visto que alguns problemas nem sempre podem ser resolvidos na hora.**

**Se necessário, este documento será atualizado, com inserção ou adequação de conteúdo. Portanto, os grupos devem constantemente consultar este documento para guiar o desenvolvimento do seu trabalho. Nenhum conteúdo referente a etapas já entregues será alterado.**

## **PARTE I: DESCRIÇÃO DO PROBLEMA**

Nesta etapa o grupo deverá entregar a análise de requisitos e diagramas referentes ao problema abordado.

### **ARTEFATOS A SEREM ENTREGUES:**

**a) (artefato do tipo texto)** O grupo deve escolher um contexto no qual seja possível desenvolvimento de um sistema de banco de dados. Este contexto deverá ser especificado textualmente, de forma concisa, com a finalidade de documentar os principais requisitos do sistema. É esperado um texto com cerca de 5 parágrafos (com cerca de 8 linhas em cada parágrafo) usando fonte Calibri, tamanho 10 (como neste documento, inclusive com este tipo de margem (Superior e Inferior: 2,5 cm / Esquerda e Direita: 3,0 cm) e espaçamento de 1,15 entre linhas). **Este artefato deve ser entregue no e-Disciplinas em formato PDF.**

*Obs. 1: descrições textuais mais detalhadas serão solicitadas quando necessário, dentro das especificações das diferentes partes do trabalho.*

*Obs. 2: o contexto pode ser o mesmo usado na disciplina de Banco de Dados, inclusive os alunos podem "aproveitar" os artefatos de softwares já desenvolvidos, apenas adequando-os para contemplar as exigências especificadas para este trabalho.*

**b) (artefato do tipo diagrama)** apresentar um Modelo Entidade-Relacionamento (conjuntos-entidade, conjuntos-relacionamento, atributos, chaves primárias), contendo no mínimo 10 conjuntos-entidade fortes, 1 conjunto-entidade fraca, 1 relacionamento de generalização-especialização. Este modelo deverá ser implementado em uma ferramenta CASE que suporte este tipo de modelo. Recomenda-se fortemente a escolha de uma ferramenta CASE capaz de mapear o modelo Entidade-Relacionamento para o modelo relacional. **Este artefato deve ser entregue no e-Disciplinas (formato PDF). Não serão aceitos arquivos em formato proprietário da ferramenta CASE usada.**

*Obs. 1: situações especiais no modelo (que causem algum tipo de dúvida, questionamento ou "estranheza") devem ser comentadas no próprio diagrama.*

*Obs. 2: se necessário, o grupo deve estender o seu contexto até que o modelo atinja as especificações mínimas.*

**c) (artefato do tipo diagrama)** apresentar o modelo Relacional derivado no modelo Entidade-Relacionamento (relações, atributos, chaves primárias e chaves estrangeiras). Este modelo deverá ser implementado em ferramenta CASE. **Este artefato deve ser entregue no e-Disciplinas (formato PDF). Não serão aceitos arquivos em formato proprietário da ferramenta CASE usada.**

*Obs.: o MODELO RELACIONAL é o Modelo-Entidade Relacionamento APÓS o mapeamento de entidades para tabelas. Consulte as aulas de revisão e aula da ferramenta ERWIN se tiver dúvidas.*

**d) (artefato do tipo texto)** apresentar um documento que contenha:

- um estudo sobre a forma normal que se encontra o modelo (lembre-se que o modelo estará na menor forma normal apresentada pelas relações presentes no mesmo);
- uma discussão sobre se houve necessidade de alterar o modelo para melhorar a qualidade do projeto (em termos de manutenção de dependências funcionais e de normalização).

**Este artefato deve ser entregue no e-Disciplinas (formato PDF), com no máximo 2 páginas, considerando a mesma formatação descrita no item (a).**

*Obs.: se tiver dúvidas sobre dependências funcionais e normalização, consulte as aulas de revisão e os livros indicados na bibliografia do curso.*

**e) (artefato do tipo base de dados)** apresentar uma base de dados populada com a implementação do modelo relacional (em um SGBD relacional ou objeto relacional). **Este artefato deve ser entregue apenas no sistema e-Disciplinas (um backup completo do banco de dados). Caso o SGBD não seja Oracle, o grupo deve disponibilizar um script SQL (formato ASCII -- .txt) responsável por efetuar a população do banco de dados por completo.**

*Obs.: implemente funções e/ou scripts para população do banco com dados randômicos - visto que um grande volume de dados no banco será útil para a execução do restante do trabalho (ATENÇÃO).*

**f) (artefato do tipo texto e código)** apresentar 4 consultas em SQL implementadas para seu sistema. Essas consultas devem ser as mais complexas que o grupo projetou para o sistema e devem considerar apenas o uso de instruções SQL (a linguagem de programação do SGBD não deve ser considerada na resolução destas consultas). Pelo menos **duas** dessas consultas devem considerar funções de grupo. **Este artefato deve ser entregue no e-Disciplinas -- consultas em SQL em arquivo ASCII (.txt) prontas para serem testadas no SGBD.**

*Obs. 1 -- Para cada uma das consultas, apresente: a especificação textual da consulta; a resolução da consulta em SQL implementada no sistema (e testada, sua consulta deve "funcionar corretamente"); a especificação da consulta em álgebra relacional, sempre que isso for possível (nem todas as instruções de SQL existem em álgebra relacional e muitas vezes não podem ser obtidas pela combinação de instruções existente em álgebra).*

*Obs. 2: A complexidade das consultas será determinante para execução de outras partes do trabalho. Assim, a depender das consultas projetadas, pode ser possível ter que elaborar novas consultas. Por isso, é interessante o grupo já analisar as demais partes do trabalho, a seguir.*

## **PARTE II: IMPLEMENTAÇÃO DE REGRAS DE NEGÓCIOS COMO OBJETOS E VISÕES DO SGBD**

Nesta parte serão exercitados conceitos de asserções, gatilhos e visões.

### **ARTEFATOS A SEREM ENTREGUES:**

**a) (artefato do tipo texto e código)** enunciar **duas regras de negócios** que sejam adequadamente modeladas como **duas asserções** (podendo envolver várias regras, procedimentos armazenados, *checks* ou funções) usando o modelo de dados trabalhado na Parte I deste trabalho. Para cada uma das regras, o grupo deve apresentar um enunciado textual, uma solução textual em SQL padrão, uma solução em código implementada dentro do SGBD em uso pelo grupo, a transcrição deste código para o documento textual, devidamente documentada (explicando características interessantes das tomadas de decisões aplicadas na construção do código) e, finalmente, um conjunto de, pelo menos, **três casos INTERESSANTES de teste**. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas.**

*Obs. 1: A nota deste item considerará tanto a complexidade, quanto a implementação e os 3 casos de testes. Testes incompletos e asserções extremamente simples implicarão em diminuição de nota. Portanto, caprichem!*

*Obs. 2: Caso o SGBD utilizado não tenha asserções, podem ser usados procedimentos ou funções.*

**b) (artefato do tipo texto e código)** enunciar **duas regras de negócios** que sejam adequadamente modeladas como **dois gatilhos**, usando o modelo de dados trabalhado na Parte I deste trabalho. Para cada um dos gatilhos, o grupo deve apresentar um enunciado textual seguindo o modelo ECA (Evento-Condição-Ações), uma solução textual em SQL padrão, uma solução em código implementada dentro do SGBD em uso pelo grupo, a transcrição deste código para o documento textual, devidamente documentada (explicando características interessantes das tomadas de decisões aplicadas na construção do código) e, finalmente, um conjunto de, pelo menos, três casos INTERESSANTES de teste. Além disso, o grupo deve prever o conjunto de gatilhos projetados com o uso do BEFORE e do AFTER e com o uso do FOR EACH ROW e FOR EACH STATEMENT. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas.**

*Obs.: A nota deste item considerará tanto a complexidade, quanto a implementação e os 3 casos de testes. Testes incompletos e asserções extremamente simples implicarão em diminuição de nota. Portanto, caprichem!*

**c) (artefato do tipo texto e código)** enunciar **uma restrição de segurança (requisito não funcional)** do sistema modelado na Parte I que justifique e motive a criação de **uma visão**. O objetivo é que a visão proporcione **segurança de acesso** às informações. Sua visão deverá envolver pelo menos três tabelas básicas. O grupo deve apresentar a especificação do requisito de forma textual, uma solução textual para implementação da visão em SQL padrão, uma solução em código para a visão implementada dentro do SGBD em uso pelo grupo, e a transcrição deste código para o documento textual, amplamente documentada (explicando características interessantes das tomadas de decisões aplicadas na construção do código). Além disso, o grupo deve apresentar uma breve discussão circunstanciada sobre a relação custo/benefício da materialização desta visão e sobre a possibilidade de permitir atualização de dados via esta visão. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas.**

*Obs.: Leia atentamente tudo o que é pedido no item. A nota será completa se o item for entregue completo!*

**d) (artefato do tipo texto e código)** enunciar **uma necessidade de otimização de consulta (requisito não funcional do sistema)** do sistema modelado na Parte I que justifique e motive a criação de **uma visão**. O objetivo é que a visão contribua para a **otimização de consultas** realizadas no sistema. Sua visão deverá envolver pelo menos duas tabelas básicas e ser útil para pelo menos duas consultas. O grupo deve apresentar a especificação do requisito de forma textual, uma solução textual para implementação da visão em SQL padrão, uma solução em código para a visão implementada dentro do SGBD em uso pelo grupo, a transcrição deste código para o documento textual, amplamente documentada (explicando características interessantes das tomadas de decisões aplicadas na construção do código) e a especificação em SQL padrão das consultas que são beneficiadas pela visão. Além disso, o grupo deve apresentar uma breve discussão circunstanciada sobre a relação custo/benefício da materialização desta visão e sobre a possibilidade de permitir atualização de dados via esta visão. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas.**

*Obs.: leia atentamente tudo o que é pedido no item. A nota será completa se o item for entregue completo!*

**OBS.: Se algum requisito exigido na Parte II do trabalho não puder ser atendido dentro da tecnologia usada, o grupo deverá apresentar as soluções em SQL padrão e elaborar um *objeto ou modelo* alternativo que possa atender, com algum nível de satisfação, a regra de negócio elaborada. Além disso, o trabalho deve apresentar evidências de que a implementação de tal requisito foi estudada pelo grupo e que não foi possível encontrar formas de implementá-la na tecnologia usada.**

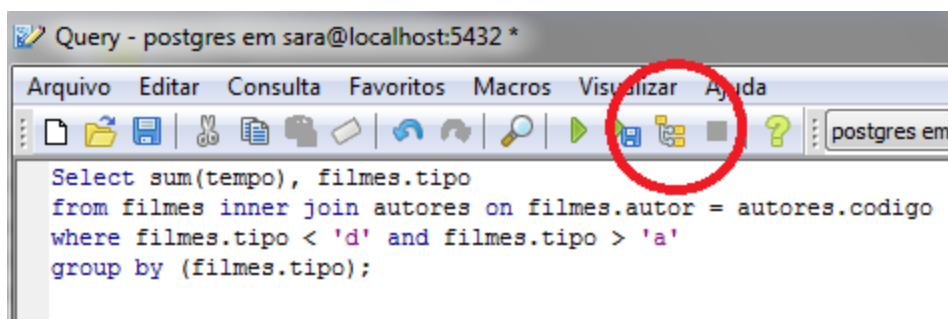
**OBS.: Os grupos que tiverem dificuldades de realizar uma ou outra tarefa em um SGBD específico e quiser realizar o trabalho usando múltiplos SGBDs, pode fazê-lo. Entretanto, o grupo deve ser cuidadoso para manter as condições de testes necessárias em cada SGBD usado. Ou seja, o modelo de dados deverá ser replicado em cada SGBD.**

### PARTE III: ORIENTAÇÃO A OBJETOS E ESTUDO DE PLANOS DE CONSULTAS E DESEMPENHO DE CONSULTAS - COM E SEM INDEXAÇÃO

O objetivo da parte III do trabalho é exercitar o conceito de orientação a objetos e explorar as **4 consultas (e variações)** escolhidas na **parte I (f)**, no que diz respeito às possibilidades de apresentação e análise de planos de consultas (construção, custo e tempo de execução), com e sem uso de indexação, e com pequenas variações de filtros e de sintaxe. O grupo deverá **instanciar** o banco de dados de maneira a propiciar a execução de diferentes testes de observação do comportamento do otimizador de consultas do SGBD. Isso significa que o grupo deverá ter um volume razoável de dados com variações consideráveis.

**OBS.: O grupo deverá apresentar um pequeno relatório estatístico sobre as instâncias de banco de dados usadas. Esse relatório deve conter, pelo menos, número de tabelas e tamanho em tuplas das tabelas. O comando EXPLAIN, se disponível no SGBD ajuda na realização desta análise.**

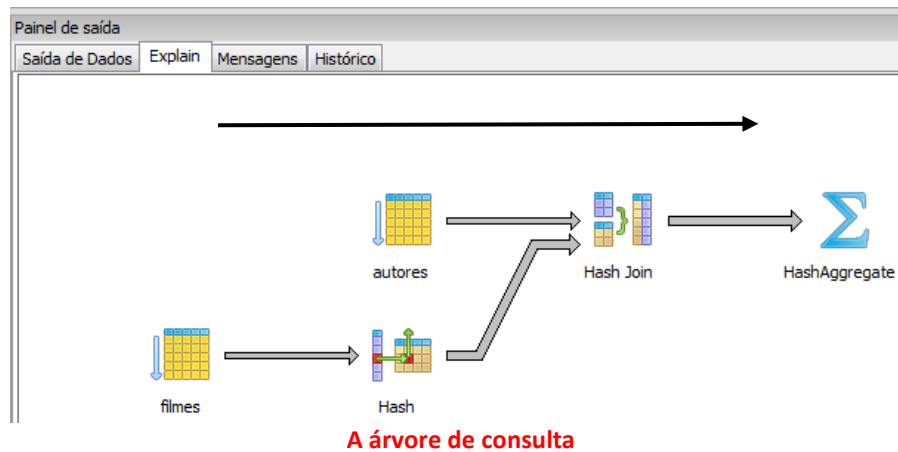
Os objetos de análise nesta parte de trabalho são, portanto:



**A CONSULTA executada com o comando EXPLAIN**

Painel de saída	
Saída de Dados	
Explain	
Mensagens	
Histórico	
QUERY PLAN	
text	
1	HashAggregate (cost=43.50..43.52 rows=2 width=18)
2	-> Hash Join (cost=21.75..43.48 rows=4 width=18)
3	Hash Cond: (autores.codigo = filmes.autor)
4	-> Seq Scan on autores (cost=0.00..18.50 rows=850 width=9)
5	-> Hash (cost=21.70..21.70 rows=4 width=27)
6	-> Seq Scan on filmes (cost=0.00..21.70 rows=4 width=27)
7	Filter: (((tipo)::text < 'd'::text) AND ((tipo)::text > 'a'::text))

**O plano de consulta com marcações de uso de índice, estratégias, custos e tamanho de respostas**



#### ARTEFATOS A SEREM ENTREGUES:

**a) (artefato do tipo texto e código)** inserir pelo menos uma característica de cada categoria abaixo do modelo objeto-relacional e **enunciar** uma regra de negócio ou um requisito de sistema, que motive o seu uso. As características que devem ser trabalhadas são:

- "objetos complexos" (atributo composto e atributo multivalorado): inserir estes atributos no modelo (considere apenas a parte do modelo em que os atributos serão inseridos), implementar essa modelagem no SGBD (se possível) ou apresentar o código SQL padrão para a implementação desta modelagem (se a tecnologia não permitir sua implementação). Seja uma implementação de SGBD ou um código SQL, comentar o código destacando tomadas de decisões que são úteis no contexto do sistema modelado;
- "tipos referência": fazer uso deste recurso no SGBD (se possível) ou apresentar o código SQL padrão para a implementação desta modelagem (se a tecnologia não permitir sua implementação). Seja uma implementação de SGBD ou um código SQL, comentar o código destacando tomadas de decisões que são úteis no contexto do sistema modelado;
- "herança": inserir este recurso no modelo relacional (considere apenas a parte do modelo em que os atributos serão inseridos), implementar essa modelagem no SGBD (se possível) ou apresentar o código SQL padrão para a implementação desta modelagem (se a tecnologia não permitir sua implementação). Seja uma implementação de SGBD ou um código SQL, comentar o código destacando tomadas de decisões que são úteis no contexto do sistema modelado;

**O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no E-DISCIPLINAS (ver observação em vermelho abaixo).**

**b) (artefato do tipo texto)** Para cada consulta definida na Parte I do trabalho, o grupo deverá executar o comando **EXPLAIN** a fim de solicitar ao SGBD que mostre o plano de consulta que foi criado para execução da consulta, os índices usados na execução da consulta e o custo das operações realizadas durante a execução da consulta. O documento entregue pelo grupo neste quesito deve contar com informações fornecidas pelo SGBD (relatórios ou *prints* de tela) e uma análise circunstanciada feita pelo grupo sobre a execução da consulta. Nesta análise, o grupo deve interpretar as informações fornecidas pelo SGBD e relacioná-las com a teoria de banco de dados discutida em aula e presente nos livros textos da disciplina e em bibliografia correlata encontrada pelo próprio grupo em pesquisa em bases

bibliográficas<sup>1</sup>. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas (ver observação em vermelho abaixo).**

**c) (artefato do tipo texto)** Para cada consulta definida na Parte I do trabalho, o grupo deverá intervir no banco de dados de forma a criar diferentes tipos de índices, excluir índices, aumentar ou diminuir quantidade de dados que devem ser retornados pela consulta, modificar levemente as condições da cláusula **where** ou do **join**, de forma a executar novamente a consulta e estudar as modificações que ocorrem no plano de execução. As modificações deverão ser analisadas pelo grupo e a análise deverá fazer parte do trabalho (os mesmos itens de relatórios e *prints* do item (b) devem ser expostos aqui para fins de comparação). O grupo deve destacar as mudanças claramente. Pelo menos duas alterações em cada uma das quatro consultas são requeridas. Procure atender diferentes solicitações deste item do trabalho no conjunto de **8 novas** consultas que serão criadas aqui. **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas (ver observação em vermelho abaixo).**

**d) (artefato do tipo texto)** Escolha **1 consulta** dentre as quatro definidas na Parte I do trabalho. Reescreva sua consulta usando duas estratégias equivalentes (veja a teoria estudada em sala de aula), portanto criando **2 novas consultas**, e execute novamente as análises de plano e custo. Verifique se o SGBD foi capaz de chegar no mesmo plano de consulta para execução de cada consulta equivalente. Analise o comportamento obtido (os mesmos itens de relatórios e *prints* do item (b) devem ser expostos aqui para fins de comparação). **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas (ver observação em vermelho abaixo).**

**e) (artefato do tipo texto)** Projete **1 consulta** que faça uso da estratégia de subconsulta (*subquery*). Se uma de suas consultas usadas nos itens anteriores atende a esse quesito, você pode usá-la. Reescreva-a sem usar essa estratégia. Execute as **2 consultas** criadas e proceda com a análise dos custos e planos (os mesmos itens de relatórios e *prints* do item (b) devem ser expostos aqui para fins de comparação). **O texto deve ser entregue em formato PDF no e-Disciplinas. O código deverá ser entregue em formato ASCII (.txt) no e-Disciplinas (ver observação em vermelho abaixo).**

**Obs.: Todas as consultas em SQL e códigos referentes a objetos de banco de dados criados neste trabalho deverão ser entregues em arquivos .txt, devidamente nomeados (ou seja, com nomes que indiquem o item do trabalho que aquele .txt atende).**

**SE HOUVER MODIFICAÇÃO NO MODELO DO BANCO DE DADOS, O GRUPO PODE ENTREGAR NOVAMENTE NO e-DISCIPLINAS OS ARTEFATOS DISPONIBILIZADOS NAS ENTREGAS ANTERIORES. NO ENTANTO, O TRABALHO NÃO SERÁ CORRIGIDO NOVAMENTE. A CORREÇÃO CONSIDERARÁ A ENTREGA FEITA NA DATA DEVIDA.**

---

<sup>1</sup> Bibliografia consultada deve ser referenciada no texto a ser entregue.