

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.

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.

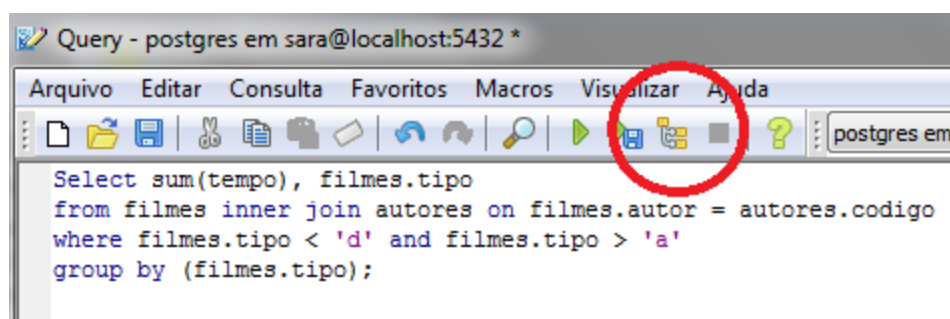
OBS.: Os grupos que tiverem dificuldades de realizar uma ou outra tarefa em um SGBD específico e quiser realizar o trabalho usando múltiplos SGBDs, pode fazê-lo. Entretanto, o grupo deve ser cuidadoso para manter as condições de testes necessárias em cada SGBD usado. Ou seja, o modelo de dados deverá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

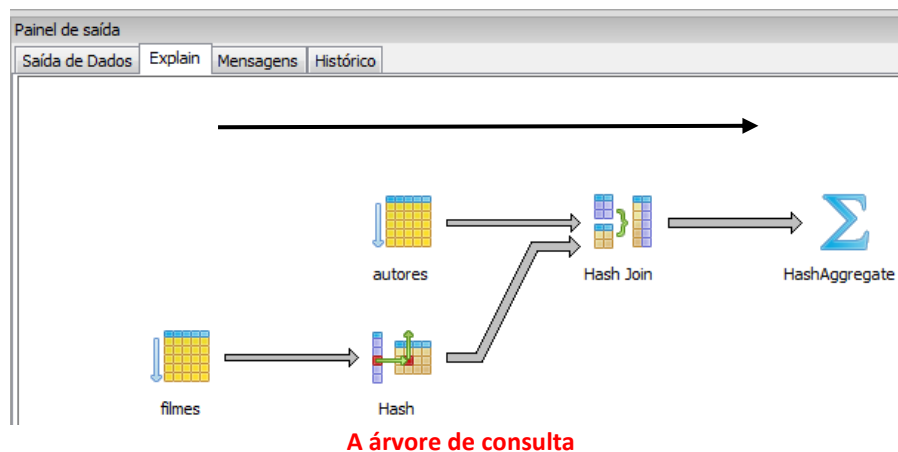
Os objetos de análise nesta parte de trabalho são, portanto:



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

bibliográficas¹. **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.

¹ Bibliografia consultada deve ser referenciada no texto a ser entregue.