

Exercício 4.1 Explique a afirmação de que os operadores de álgebra relacional podem ser *compostos*. Por que a capacidade de compor operadores é importante?

Exercício 4.2 Dadas duas relações $R1$ e $R2$, sendo que $R1$ contém $N1$ tuplas, $R2$ contém $N2$ tuplas, e $N2 > N1 > 0$, quais os tamanhos máximo e mínimo possíveis (em tuplas) para a relação resultante produzida por cada uma das seguintes expressões de álgebra relacional? Em cada caso, afirme quaisquer suposições adotadas sobre os esquemas de $R1$ e $R2$ necessárias para tornar a expressão significativa:

- (1) $R1 \cup R2$, (2) $R1 \cap R2$, (3) $R1 - R2$, (4) $R1 \times R2$, (5) $\sigma_{a=5}(R1)$, (6) $\pi_a(R1)$ e (7) $R1/R2$

Exercício 4.3 Considere o seguinte esquema:

Fornecedores(id-forn:integer, nome-forn:string, endereço:string)
Peças(id-peça: integer, nome-peça:string, cor:string)
Catálogo(id-forn: integer, id-peça: integer, custo:real)

Os campos-chave encontram-se sublinhados, e o domínio de cada campo encontra-se listado após o nome do campo. Assim, *id-forn* é a chave de Fornecedores, *id-peça* é a chave de Peças, e *id-forn* e *id-peça* juntos formam a chave de Catálogo. A relação Catálogo lista os preços cobrados por peças pelos Fornecedores. Escreva as seguintes consultas em álgebra relacional, cálculo relacional de tupla e cálculo relacional de domínio:

1. Encontre os nomes dos fornecedores que fornecem alguma peça vermelha.
2. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem alguma peça vermelha ou verde.
3. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem alguma peça vermelha ou que estão no endereço Av. Packer, 221.
4. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem alguma peça vermelha e alguma peça verde.
5. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem todas as peças.
6. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem todas as peças vermelhas.
7. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem todas as peças vermelhas ou verdes.
8. Encontre os *id-forns* dos fornecedores que fornecem todas as peças vermelhas ou fornecem todas as peças verdes.
9. Encontre os pares de *id-forns* tais que o fornecedor com o primeiro *id-forn* cobre mais por alguma peça do que o fornecedor com o segundo *id-forn*.
10. Encontre os *id-peças* das peças fornecidas por pelo menos dois fornecedores diferentes.
11. Encontre os *id-peças* das peças mais caras fornecidas pelo fornecedor chamado Yosemite Sham.
12. Encontre os *id-peças* das peças fornecidas por todos os fornecedores por menos de US\$ 200. (Se algum fornecedor não fornece a peça ou cobra mais do que US\$ 200 por ela, a peça não é selecionada).

Exercício 4.4 Considere o esquema Fornecedores-Peças-Catálogo da questão anterior. Afirme o que as seguintes consultas computam:

1. $\pi_{nome-forn}(\pi_{id-forn}(\sigma_{cor='vermelho'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores)$
2. $\pi_{nome-forn}(\pi_{id-forn}((\sigma_{cor='vermelho'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores))$
3. $(\pi_{nome-forn}((\sigma_{cor='vermelho'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores)) \cap$
 $(\pi_{nome-forn}((\sigma_{cor='verde'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores))$
4. $(\pi_{id-forn}((\sigma_{cor='vermelho'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores)) \cap$
 $(\pi_{id-forn}((\sigma_{cor='verde'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores))$
5. $\pi_{nome-forn}((\pi_{id-forn, nome-forn}((\sigma_{cor='vermelho'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie$
 $Fornecedores)) \cap$
 $(\pi_{id-forn, nome-forn}((\sigma_{cor='verde'} Peças) \bowtie (\sigma_{custo < 100} Catálogo) \bowtie Fornecedores))$

Exercício 4.5 Considere as seguintes relações contendo informações sobre vôos de empresas aéreas:

Vôos(nro-voo:integer, de:string, para:string,
distância:integer, partida:time, chegada:time)
Aeronave(id-aero:integer, nome-aero:string, dist-limite:integer)
Certificado(id-funcion:integer, id-aero:integer)
Funcionários(id-funcion:integer, nome-funcion:string, salário:integer)

Observe que a relação Funcionários descreve os pilotos assim como os outros tipos de funcionários; todo piloto é certificado para alguma aeronave (caso contrário, ele não seria qualificado como um piloto), e somente os pilotos são certificados para voar.

Escreva as seguintes consultas em álgebra relacional, cálculo relacional de tupla e cálculo relacional de domínio. Observe que algumas dessas consultas não podem ser expressas em álgebra relacional (e, portanto, também não podem ser expressas em cálculo relacional de tupla nem de domínio)! Para tais consultas, explique informalmente por que elas não podem ser expressas. (Veja os exercícios no final do Capítulo 5 para consultas adicionais sobre o esquema de companhia aérea.)

1. Encontre os *id-funcions* de pilotos certificados para alguma aeronave Boeing.
2. Encontre os *nomes* dos pilotos certificados para alguma aeronave Boeing.
3. Encontre os *id-aeros* de todas as aeronaves que podem ser usadas em vôos sem escala de Bonn a Madras.
4. Identifique os vôos que podem ser pilotados por todo piloto cujo salário é maior do que US\$ 100.000.
5. Encontre os nomes dos pilotos que podem operar aviões com uma dist-limite maior do que 3.000 milhas, mas que não são certificados em qualquer aeronave Boeing.
6. Encontre os *id-funcions* dos funcionários com o maior salário.
7. Encontre os *id-funcions* dos funcionários que têm o segundo maior salário.
8. Encontre os *id-funcions* dos funcionários que são certificados para o maior número de aeronaves.
9. Encontre os *id-funcions* dos funcionários que são certificados para exatamente três aeronaves.
10. Encontre a quantia total de salários pagos aos funcionários.
11. Há uma sequência de vôos de Madison a Timbuktu? Cada vôo na sequência deve partir da cidade que é o destino do vôo anterior; o primeiro vôo deve partir de Madison, o último vôo deve chegar a Timbuktu, e não há restrições quanto ao número de vôos intermediários. Sua consulta deve determinar se uma sequência de vôos de Madison a Timbuktu existe para *qualquer* instância de relação de Vôos.