

Efetivação em Duas Fases

Aula para disciplina de Métodos Formais

Gabriela Moreira

Departamento de Ciência da Computação - DCC
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

21 de outubro de 2024



Conteúdo

Preparando uma viagem

Efetivação em duas fases



Outline

Preparando uma viagem

Efetivação em duas fases



Preparando uma viagem

Tomas está planejando uma viagem e precisa de hospedagem e passagens aéreas.



Entretanto, Tomas está com medo de reservar o hotel e acabar não conseguindo passagem. Ou pior, comprar as passagens e acabar não conseguindo um hotel pra ficar.



Iniciando reserva do hotel

Tomas tem um plano! Primeiro, ele abre o site do hotel e inicia uma reserva. Esses sites normalmente seguram as reservas iniciadas por alguns minutos para você preencher seus dados de pagamento, então existe uma certa garantia de que a hospedagem será do Tomas se ele confirmar a tempo.





Iniciando reserva das passagens aéreas

Depois, ele muda de aba para o site da companhia aérea e inicia a reserva do voo.





Iniciando reserva das passagens aéreas

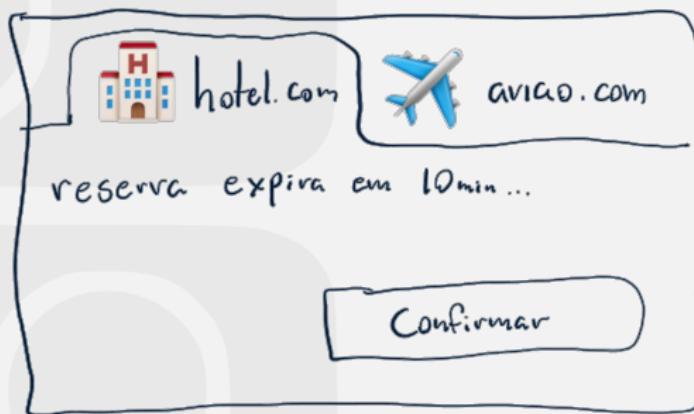
Depois, ele muda de aba para o site da companhia aérea e inicia a reserva do voo.



PS: Para efeitos desse exemplo, vamos considerar que os sites de companhia aérea funcionam decentemente.

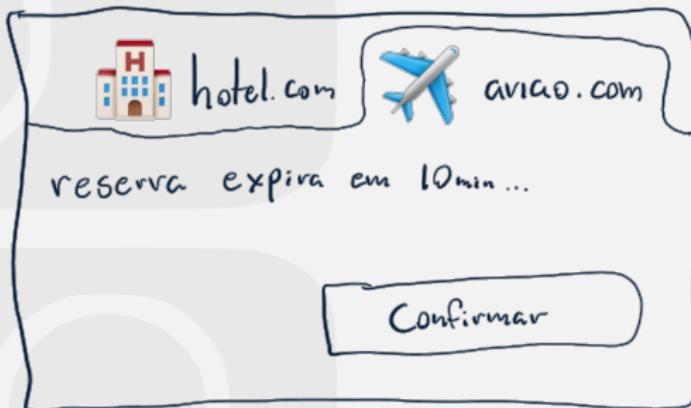
Confirmando a reserva do hotel

Agora que o Tomas sabe que tem as passagens e hospedagem que precisa, ele inicia as confirmações.



Confirmando a reserva das passagens aéreas

Em seguida, ele confirma as passagens aéreas.



Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar

Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar
 - Por exemplo, se o Tomas iniciou uma reserva do último quarto de hotel, aquele hotel vai aparecer indisponível se outra pessoa procurar enquanto o Tomas não finaliza sua compra, ou seu tempo expira.

Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar
 - Por exemplo, se o Tomas iniciou uma reserva do último quarto de hotel, aquele hotel vai aparecer indisponível se outra pessoa procurar enquanto o Tomas não finaliza sua compra, ou seu tempo expira.
- Os sites não vão ficar indisponíveis durante o processo

Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar
 - Por exemplo, se o Tomas iniciou uma reserva do último quarto de hotel, aquele hotel vai aparecer indisponível se outra pessoa procurar enquanto o Tomas não finaliza sua compra, ou seu tempo expira.
- Os sites não vão ficar indisponíveis durante o processo
- O Tomas tem tempo suficiente para confirmar as duas reservas antes de alguma delas expirarem

Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar
 - Por exemplo, se o Tomas iniciou uma reserva do último quarto de hotel, aquele hotel vai aparecer indisponível se outra pessoa procurar enquanto o Tomas não finaliza sua compra, ou seu tempo expira.
- Os sites não vão ficar indisponíveis durante o processo
- O Tomas tem tempo suficiente para confirmar as duas reservas antes de alguma delas expirarem
 - Por exemplo, o Tomas não vai ficar sem internet no meio do processo.

Protocolo de preparação de viagem do Tomas

Assumindo que:

- Os sites de hotel e passagens aéreas vão manter disponíveis os itens selecionados enquanto a reserva não expirar
 - Por exemplo, se o Tomas iniciou uma reserva do último quarto de hotel, aquele hotel vai aparecer indisponível se outra pessoa procurar enquanto o Tomas não finaliza sua compra, ou seu tempo expira.
- Os sites não vão ficar indisponíveis durante o processo
- O Tomas tem tempo suficiente para confirmar as duas reservas antes de alguma delas expirarem
 - Por exemplo, o Tomas não vai ficar sem internet no meio do processo.

Podemos garantir que:

- Se o Tomas reservar a passagem aérea, ele conseguirá hospedagem.
- Se o Tomas reservar hospedagem, ele conseguirá passagem aérea.



Outline

Preparando uma viagem

Efetivação em duas fases

Efetivação em duas fases (*Two-Phase Commit*)

Podemos dizer que o protocolo do Tomas é uma efetivação em duas fases.

- Na primeira fase, ele prepara as reservas em ambos os sites, e aguarda confirmação
- Na segunda fase, ele efetiva as reservas preparadas na primeira fase

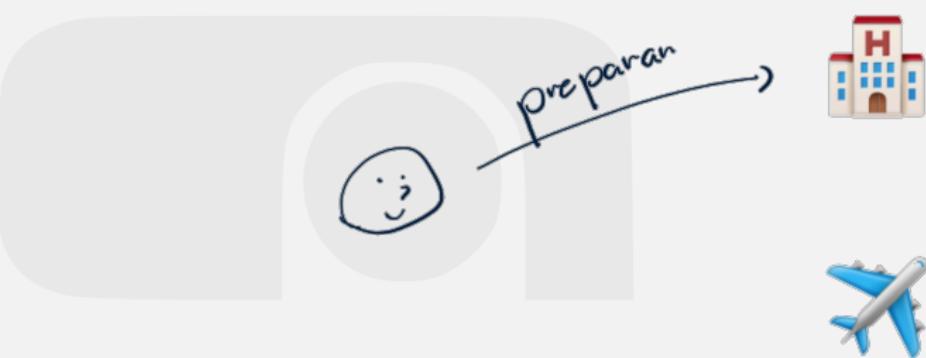
Primeira fase: preparar hotel

Primeiro, o Tomas requisita uma preparação do site do hotel. Preparar aqui significa:

- “Oi, se tiver um quarto de hotel disponível pro dia tal, me avisa e guarda ele pra mim. Te confirmo e dou meus dados de pagamento daqui a pouco.”

As partes importantes são:

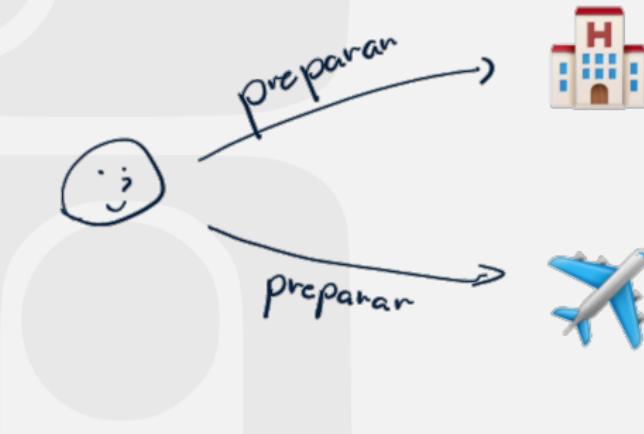
- Me avisa se tem hotel disponível
- Deixa ele guardado pra mim



Primeira fase: preparar passagens aéreas

Novamente, as partes importantes são:

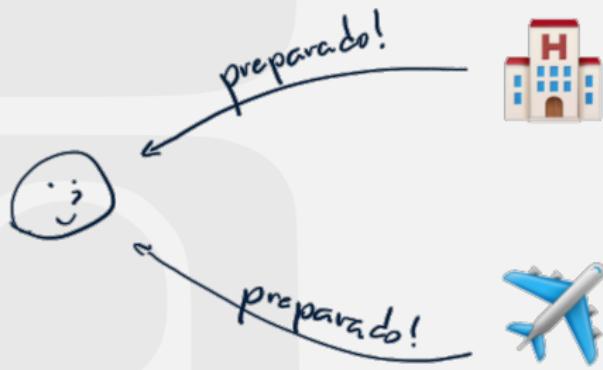
- Me avisa se tem passagem aérea disponível
- Deixa guardado pra mim



Primeira fase: aguardar confirmações

Para finalizar a primeira fase, o Tomas deve receber a confirmação de que as preparações foram positivas.

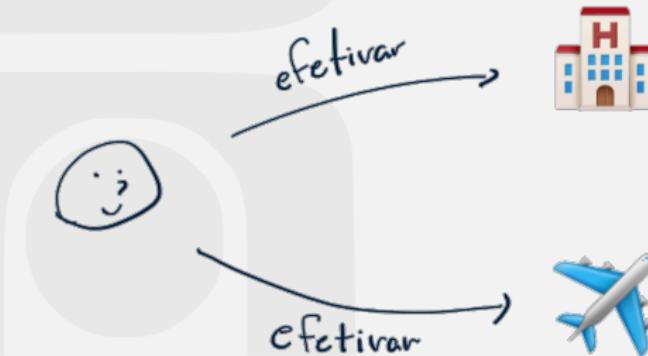
- Se alguma das reservas não funcionar, ele aborta a operação, cancelando ou fechando a aba do outro site.



Segunda fase: confirmar todas as reservas

Na segunda fase, considerando que as preparações foram positivas, basta que o Tomas confirme todas as reservas.

- Isso é a efetivação da operação (*commit*).
- *Commit* pode também ser traduzido como comprometer-se. É quando o Tomas dá os dados de cartão de crédito dele e se compromete com a compra.



Termos do protocolo *Two-Phase Commit*



: transaction manager



: resource manager 1



: resource manager 2



Propriedade

Queremos garantir que:

- Se o Tomas reservar a passagem aérea, ele conseguirá hospedagem.
- Se o Tomas reservar hospedagem, ele conseguirá passagem aérea.

Propriedade

Queremos garantir que:

- Se o Tomas reservar a passagem aérea, ele conseguirá hospedagem.
- Se o Tomas reservar hospedagem, ele conseguirá passagem aérea.

Pensando que podemos ter vários outros *resource managers*, podemos generalizar isso como:

- Se um *resource manager* for efetivado, então todos os outros devem ser também

Especificações

- Vamos ver as especificações em Quint e TLA+
 - Quint: https://github.com/informalsystems/quint/blob/main/examples/classic/distributed/TwoPhaseCommit/two_phase_commit.qnt
 - TLA+: https://github.com/tlaplus/Examples/blob/master/specifications/transaction_commit/TwoPhase.tla



Separação de memória

- Nas especificações, o que cada componente do sistema conhece fica sempre no estado da nossa máquina de estados.

Separação de memória

- Nas especificações, o que cada componente do sistema conhece fica sempre no estado da nossa máquina de estados.
- Na realidade de sistemas distribuídos, é importante considerar que esse conhecimento está separado

Separação de memória

- Nas especificações, o que cada componente do sistema conhece fica sempre no estado da nossa máquina de estados.
- Na realidade de sistemas distribuídos, é importante considerar que esse conhecimento está separado
 - Só o site do hotel sabe da disponibilidade de quartos e pode fazer reservas

Separação de memória

- Nas especificações, o que cada componente do sistema conhece fica sempre no estado da nossa máquina de estados.
- Na realidade de sistemas distribuídos, é importante considerar que esse conhecimento está separado
 - Só o site do hotel sabe da disponibilidade de quartos e pode fazer reservas
 - Só o site da companhia aérea sabe da disponibilidade de voos e pode fazer reservas

Separação de memória

- Nas especificações, o que cada componente do sistema conhece fica sempre no estado da nossa máquina de estados.
- Na realidade de sistemas distribuídos, é importante considerar que esse conhecimento está separado
 - Só o site do hotel sabe da disponibilidade de quartos e pode fazer reservas
 - Só o site da companhia aérea sabe da disponibilidade de voos e pode fazer reservas
- Se a memória fosse uma só, seria muito mais simples

Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.





Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.

Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.
 - “Outros fatores” depende do nosso nível de abstração e suposições

Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.
 - “Outros fatores” depende do nosso nível de abstração e suposições

Exemplo de operações atômicas:

- Iniciar uma reserva
- Confirmar uma reserva
- Cancelar uma reserva



Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.
 - “Outros fatores” depende do nosso nível de abstração e suposições

Exemplo de operações atômicas:

- Iniciar uma reserva
- Confirmar uma reserva
- Cancelar uma reserva

Exemplo de operação não atômica:

- Comprar uma passagem aérea



Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.
 - “Outros fatores” depende do nosso nível de abstração e suposições

Exemplo de operações atômicas:

- Iniciar uma reserva
- Confirmar uma reserva
- Cancelar uma reserva

Exemplo de operação não atômica:

- Comprar uma passagem aérea
 - Considerando o nível de abstração do exemplo do Tomas, é possível dar início e até finalizar a compra de hospedagem **enquanto** ele compra passagens aéreas.



Atomicidade

Operações atômicas são aquelas que podem executar sem “interrupção” de outro processo.

- São aquelas que conseguimos executar de certeza, não importa o que aconteça com os outros fatores.
 - “Outros fatores” depende do nosso nível de abstração e suposições

Exemplo de operações atômicas:

- Iniciar uma reserva
- Confirmar uma reserva
- Cancelar uma reserva

Exemplo de operação não atômica:

- Comprar uma passagem aérea
 - Considerando o nível de abstração do exemplo do Tomas, é possível dar início e até finalizar a compra de hospedagem **enquanto** ele compra passagens aéreas.
 - Se algo pode acontecer **enquanto** a operação acontece, a operação não é atômica.

Atomicidade em modelos

Uma ação vai sempre representar uma operação atômica

Atomicidade em modelos

Uma ação vai sempre representar uma operação atômica

- Nada pode acontecer **enquanto** uma transição do sistema acontece



Atomicidade em modelos

Uma ação vai sempre representar uma operação atômica

- Nada pode acontecer **enquanto** uma transição do sistema acontece
- Depende completamente do nível de abstração que escolhemos
 - Podemos entrar em mais detalhe e considerar cada clique que o Tomas dá nos sites.



Atomicidade em modelos

Uma ação vai sempre representar uma operação atômica

- Nada pode acontecer **enquanto** uma transição do sistema acontece
- Depende completamente do nível de abstração que escolhemos
 - Podemos entrar em mais detalhe e considerar cada clique que o Tomas dá nos sites.

PS: No trabalho 1, o nível de abstração mais apropriado é uma transição por turno.

Aplicação prática de *Two-Phase Commit*

Um exemplo de aplicação é para escrever dados em múltiplos bancos de dados diferentes, a fim de manter consistência de dados entre eles.

Aplicação prática de *Two-Phase Commit*

Um exemplo de aplicação é para escrever dados em múltiplos bancos de dados diferentes, a fim de manter consistência de dados entre eles.

- Semelhante ao exemplo em (HOWARD, 2016)

Aplicação prática de *Two-Phase Commit*

Um exemplo de aplicação é para escrever dados em múltiplos bancos de dados diferentes, a fim de manter consistência de dados entre eles.

- Semelhante ao exemplo em (HOWARD, 2016)
- Já usei em uma migração de bancos de dados



Referências

HOWARD, H. **Consensus & organising coffee - computerphile.**

Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=jn3DBzr--0k>>.

Efetivação em Duas Fases

Aula para disciplina de Métodos Formais

Gabriela Moreira

Departamento de Ciência da Computação - DCC
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

21 de outubro de 2024