

# 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 maio de 2025



# 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.

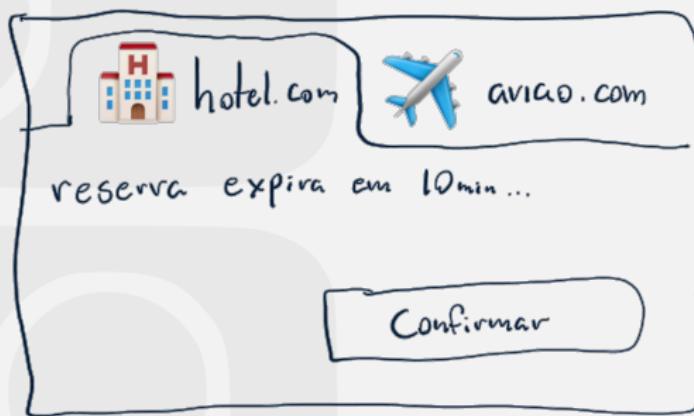


PS: Para efeitos desse exemplo, vamos considerar que os sites de companhia aérea funcionam decentemente.



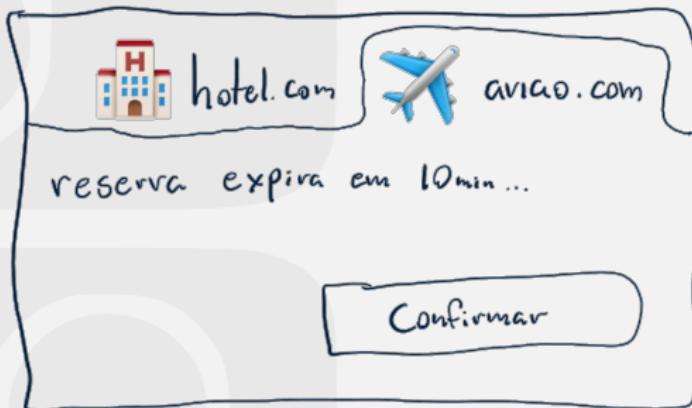
# Confirmando a reserva do hotel

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

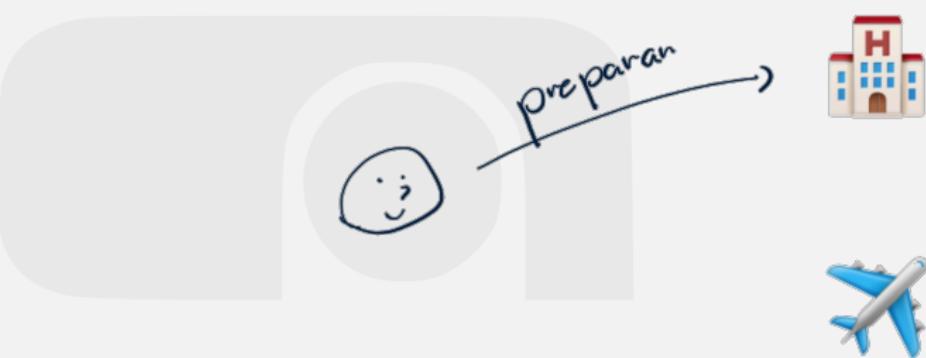
## Primeira fase: preparar hotel

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:

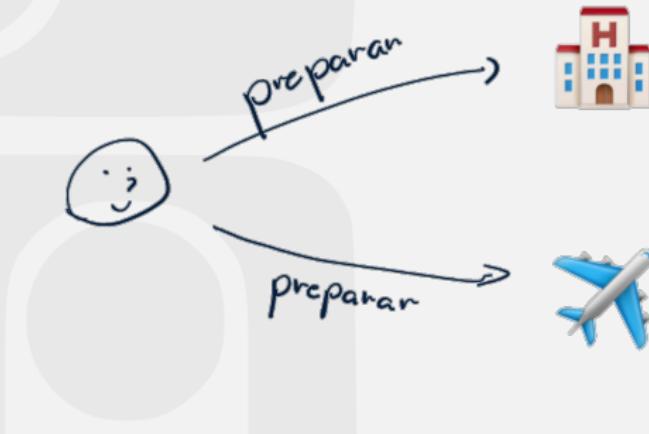
- Me avisa se tem hotel disponível
- Deixa ele guardado pra mim



# Primeira fase: preparar passagens aéreas

Novamente, as partes importantes são:

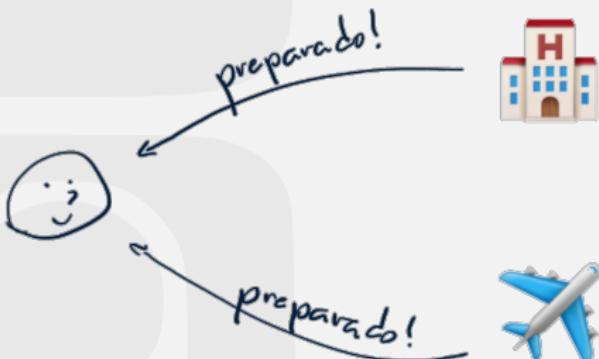
- Me avisa se tem passagem aérea disponível
- Deixa guardado pra mim



## Primeira fase: aguardar confirmações

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

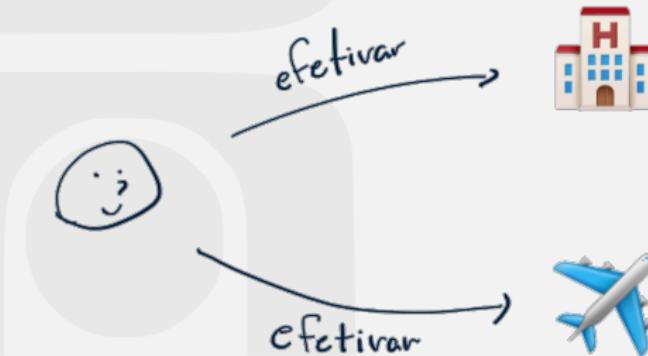
- Se alguma das reservas não funcionar, ele aborta a operação, cancelando ou fechando a aba do outro site.



## 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](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](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 maio de 2025