

Conectividade

Conectividade permite a transmissão/
recepção de dados entre dispositivos

Curta-distância



Longa-distância



Conectividade

Computação móvel implica
conectividade sem fios
(wireless)

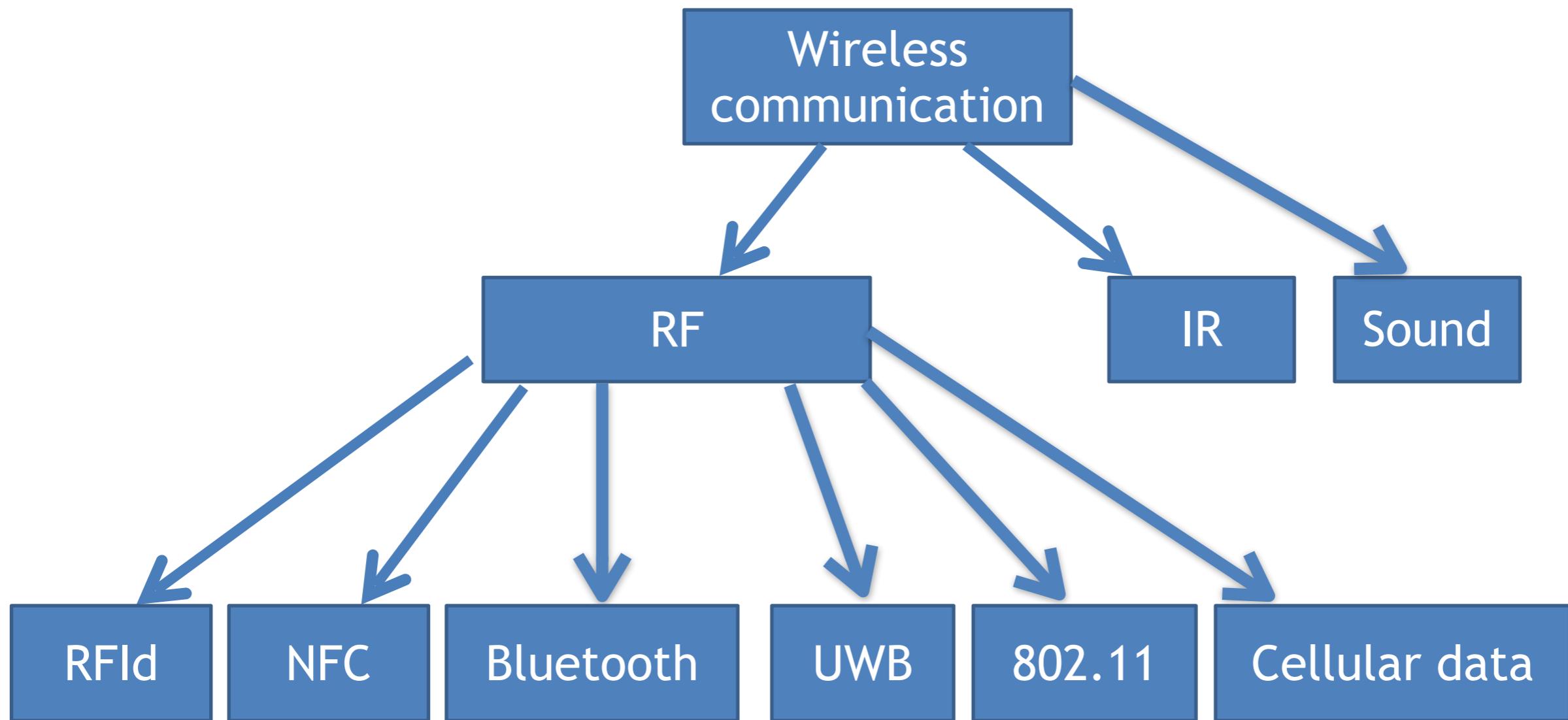
Redes sem fios

Ondas eletromagnéticas
substituem os fios

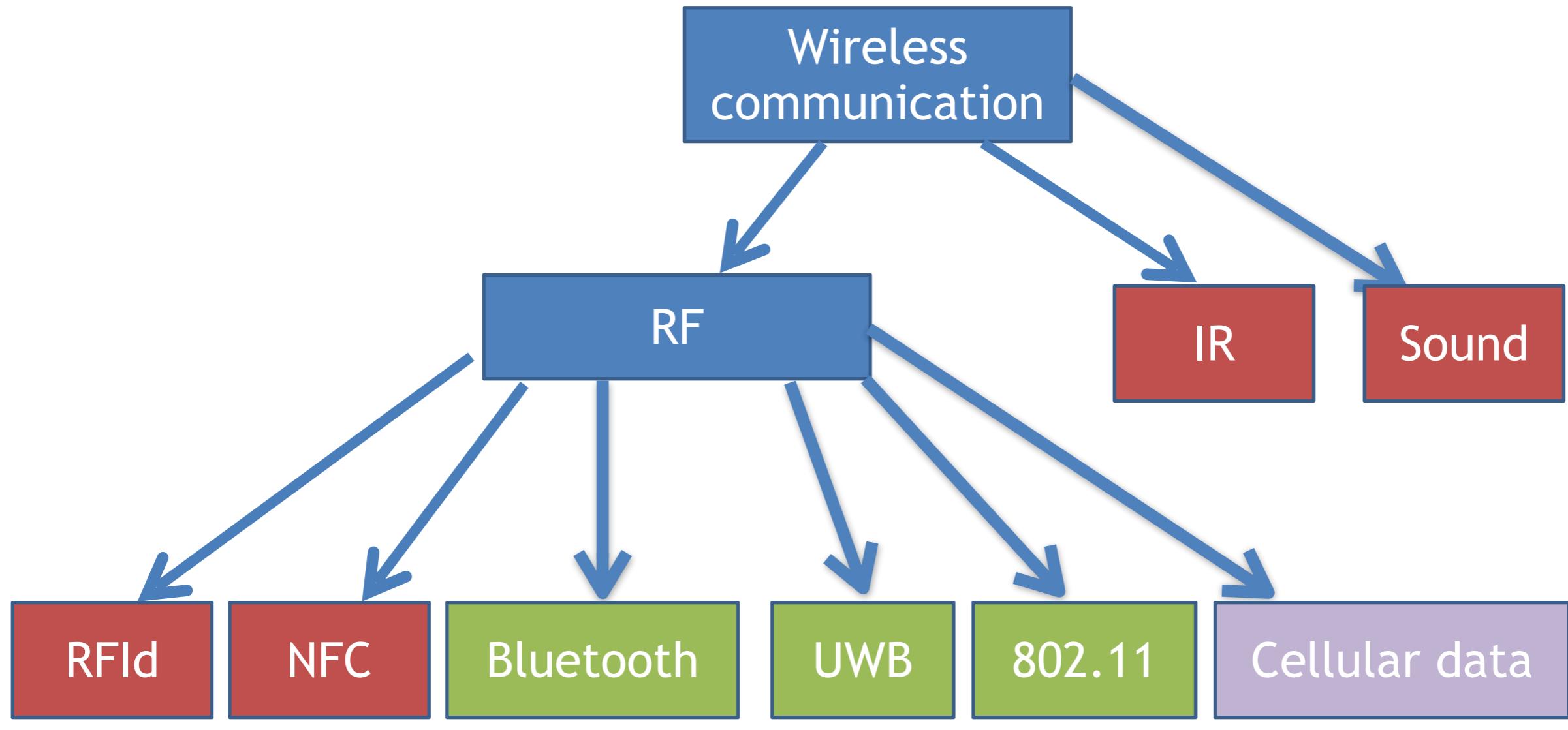
RF (Rádio-frequênciā) - 3kHz - 300 GHz

IR (Infravermelhos) - 3 THz - 430 THz

Comunicação wireless



Comunicação wireless



Curta distância (máx: alguns metros)



Média distância (30-300 metros)



Longa distância

Comunicação curta-distância

- **RFID**

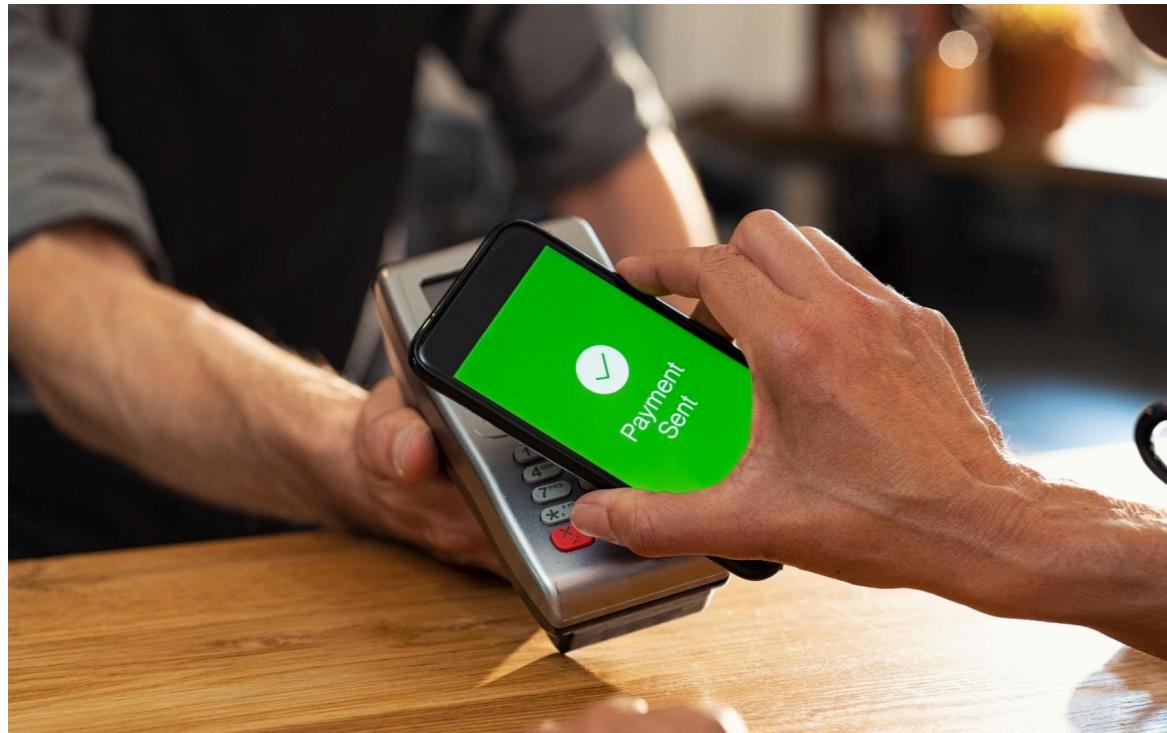
- Normalmente utilizado para identificar objectos, aos quais é “colada” uma tag com informação. As tags podem atuar de forma passiva (i.e., sem fonte de energia, mais comum) ou de forma activa (i.e., com fonte de energia). Está lentamente a substituir os códigos de barras nas cadeias de retalho, logística, etc..



Comunicação curta-distância

- NFC

- Near-field Communication - Utiliza a mesma tecnologia que o RFID mas o emissor e o receptor têm que estar muito próximos (alguns centímetros), aumentando a segurança das comunicações.



Comunicação curta-distância

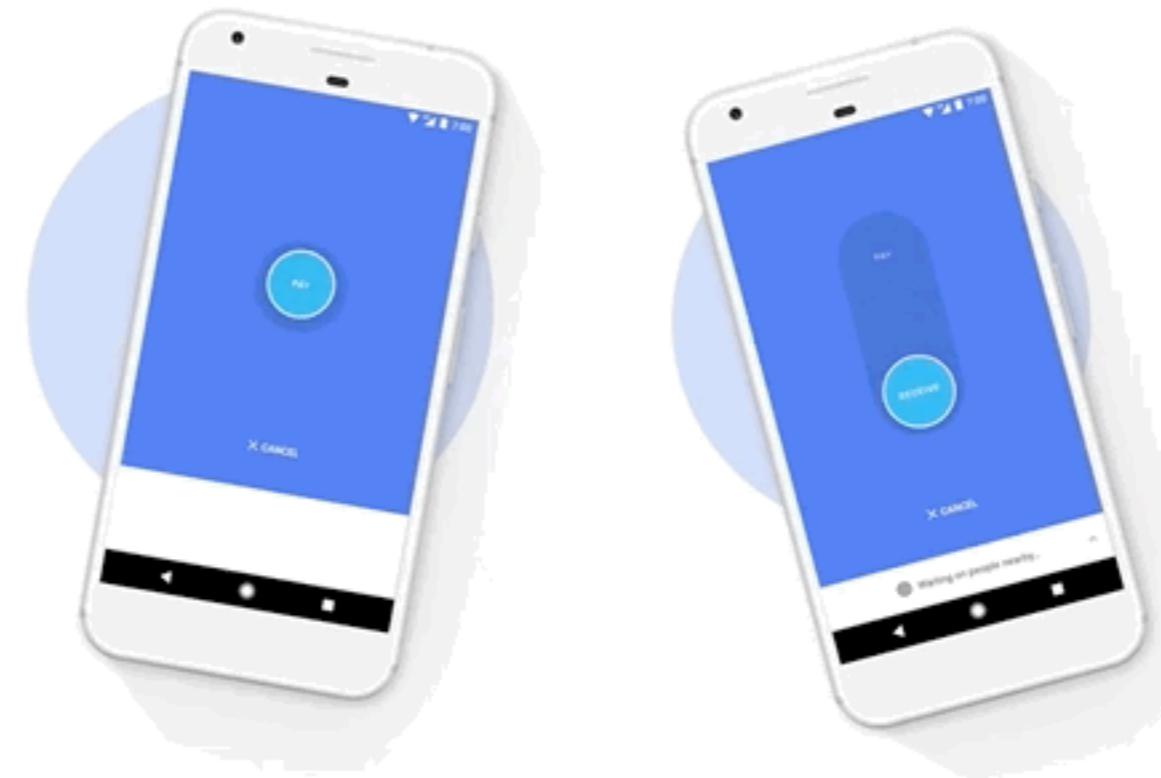
- IrDA
 - Apenas suporta comunicação direccional Line-of-Sight (sem obstáculos), quer o emissor quer o recetor têm que ser ativos



Comunicação curta-distância

- Ultra-sound

- [Audio QR](#) é uma tecnologia da Google que permite fazer transferências de dinheiro entre 2 telemóveis através de ultra-sons



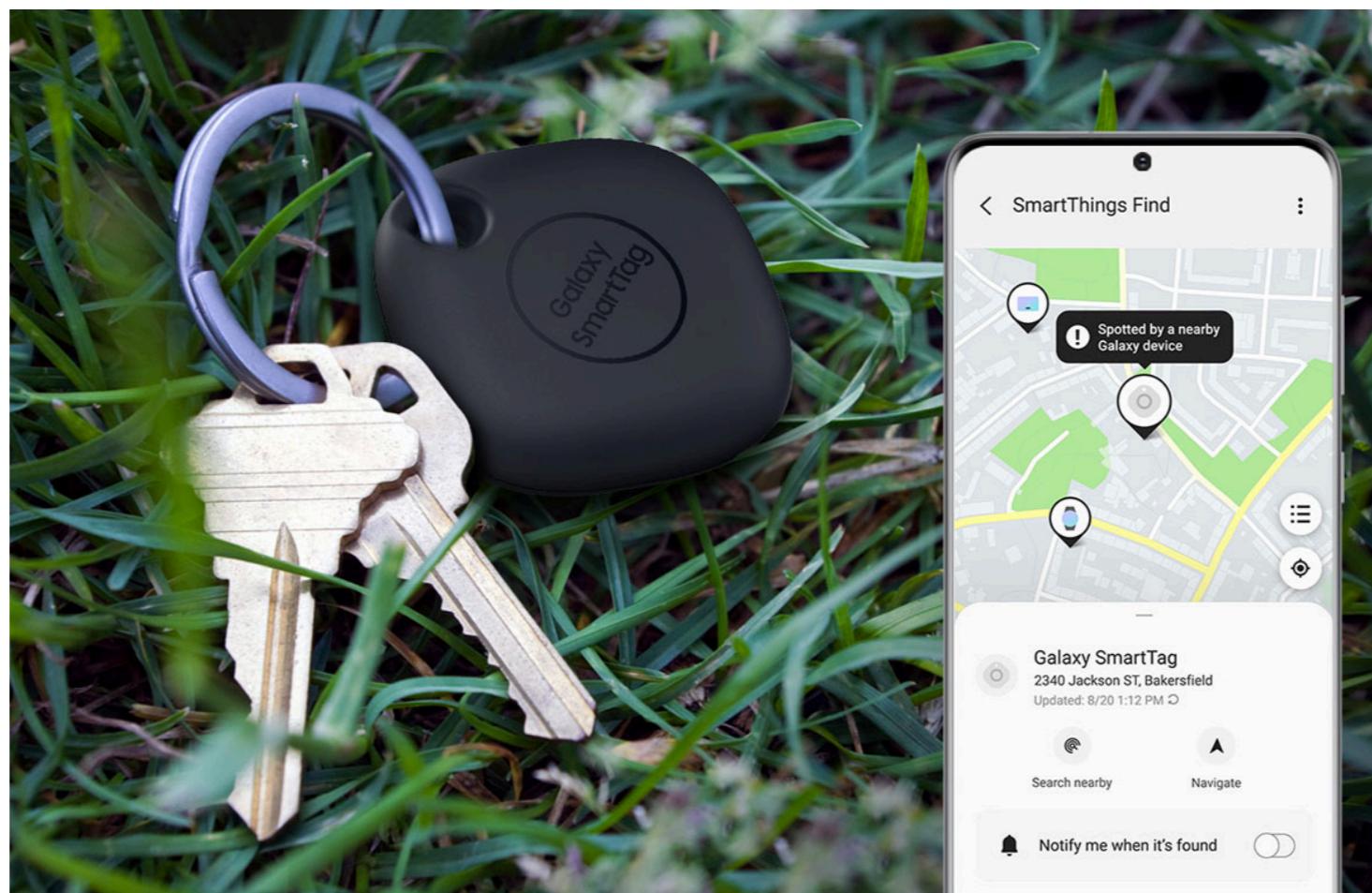
Comunicação média-distância

- Bluetooth
 - Comunicação entre dispositivos próximos (802.15.1)
 - 1.0: 1 Mbps (< 10m)
 - 2.0 + EDR: 3 Mbps (< 30m)
 - 4.0 (BLE): 1 Mbps (< 60m, menor consumo)
 - 5.0 (BLE): 2 Mbps (< 240m, menor consumo)



Comunicação média-distância

- UWB
 - Opera em frequências muito elevadas e é utilizado para localizar dispositivos com grande precisão.



Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+, alguns Android

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	???	???	???	???	???

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	Identificação de produtos	???	???	???	???

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	Identificação de produtos	Identificação segura / pagamentos	???	???	???

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	Identificação de produtos	Identificação segura / pagamentos	Controlo de aparelhos	???	???

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	Identificação de produtos	Identificação segura / pagamentos	Controlo de aparelhos	Comunicação de dados	???

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação curta e média

	RFID	NFC	IrDA	Bluetooth	UWB
Transmissão	424 Kb/s	424 Kb/s	1.2 Kb/s	24 Mb/s	100 Mb/s
Alcance	< 12 m (passivo)	< 10 cm	< 5 m (Line-of-Sight)	< 60 m / 240 m	< 100 m
Segurança	fraca	elevada	fraca	elevada (com encriptação)	elevada
Custo	baixo	alto	baixo	médio	médio
Suporte em smartphones	N/A	iPhone, alguns Android	Apenas alguns Android	Todos (*)	iPhone 11+ (**), alguns Android
Casos de uso	Identificação de produtos	Identificação segura / pagamentos	Controlo de aparelhos	Comunicação de dados	Localização de dispositivos

(*) Todos suportam Bluetooth, no entanto apenas alguns suportam as versões 4 e 5 (BLE)

(**) Não acessível a programadores

Comunicação média-distância

802.11 (Wifi)

- 802.11ax: 10 Gbps (<300m)
- 802.11ac: 1 Gbps (<300m)
- 802.11n: 600 Mbps (<250m)
- 802.11a/g: 54 Mbps (<70m)
- 802.11b: 11 Mbps (<35m)

Comunicação longa-distância

Redes celulares

- 5G: > 1Gbps
- 4G (LTE): 100-300 Mbps (na prática < 40 Mbps)
- 3G enhanced: 4 Mbps
- 3G: 384 Kbps
- 2G: 56 Kbps

Veículos autónomos

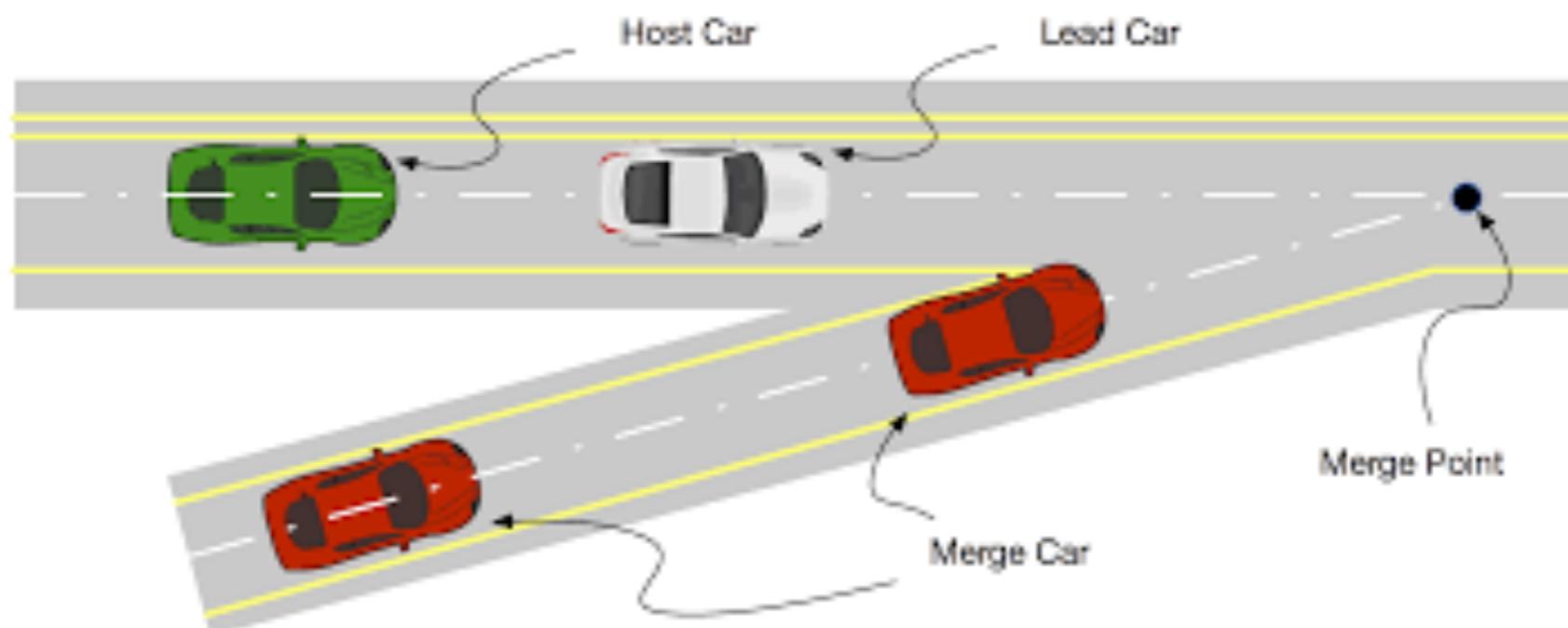
76 milhões de veículos autónomos até 2035

Cada um transmitirá 4 Tb / dia



Veículos autónomos

Estes 4 veículos terão que comunicar quantidades massivas de informação entre eles com uma latência máxima de 10ms



Veículos autónomos

	VEHICLE-BASED SENSORS	802.11P	LTE-V	5G Ad Hoc*
Range	10s of meters	100s of meters	Cellular + sidelink	Cellular + 5 hops
Frequency Band	N/A	5.9 GHz	700, 1800, 2600	Tbc
Bandwidth	N/A	30 MHz (in the EU)	20 MHz	< 100 MHz
Maturity	Available	SAE J2735: BSM IEEE 1609.X IEEE 802.11p	2019	Starting 2020 General adoption 2025
SERVICES				
Self-parking	Yes	N/A	N/A	N/A
Emergency Braking	Yes	Yes	Yes	Yes
Lane Merging	No	No	No	Yes
Assisted Driving	Limited	Same	Same	Yes
Autonomous Driving	Limited	Limited 100 ms 90% reception	Limited 100 ms 90% reception	1 ms 99.999% hard real-time

offline vs online

Um dispositivo pode ter que operar em offline (desconectado da rede) por várias razões

offline vs online

Um dispositivo pode ter que operar em offline (desconectado da rede) por várias razões

Esperadas:

Custos de comunicação, poupança de energia, privacidade

Inesperadas:

Interrupções de rede, congestão, falhas no servidor

Exercício

Coloquem o vosso telemóvel em modo vôo e entrem em algumas aplicações.

Descubram:

- Uma app que não funcione em offline
- Uma app que funcione em offline

Mostrem ao colega do lado

Deteção do estado da rede

Para trabalhar em offline, devemos usar duas abordagens:

- Interrogar o estado da rede no momento em que vamos comunicar com o servidor.

Por exemplo: caso esteja indisponível, recorrer à BD.

Deteção do estado da rede

Para trabalhar em offline, devemos usar duas abordagens:

- Interrogar o estado da rede no momento em que vamos comunicar com o servidor.
Por exemplo: caso esteja indisponível, recorrer à BD.
- Observar o estado da rede para aproveitar esse momento para retomar comunicações com o servidor
Por exemplo: enviar operações que fizemos apenas localmente na BD (operações pendentes)

Deteção do estado da rede

Flutter

Interrogar o estado da rede

```
final connectivity = await (Connectivity().checkConnectivity());  
if (connectivity == ConnectivityResult.mobile ||  
    connectivity == ConnectivityResult.wifi) {  
    // do something remote  
}
```

Nota: necessita da biblioteca connectivity_plus

Deteção do estado da rede

Flutter

Ser avisado de mudanças no estado da rede

```
Connectivity().onConnectivityChanged.listen((ConnectivityResult result) {  
  debugPrint('Estado da rede mudou');  
  if (result == ConnectivityResult.wifi ||  
      result == ConnectivityResult.mobile) {  
    // ...  
  }  
});
```

Nota: necessita da biblioteca connectivity_plus

Deteção do estado da rede

Importante:

Ter wifi não significa necessariamente que se consegue aceder à Internet

Continua a ser necessário verificar resultados das ligações remotas, timeouts, etc...

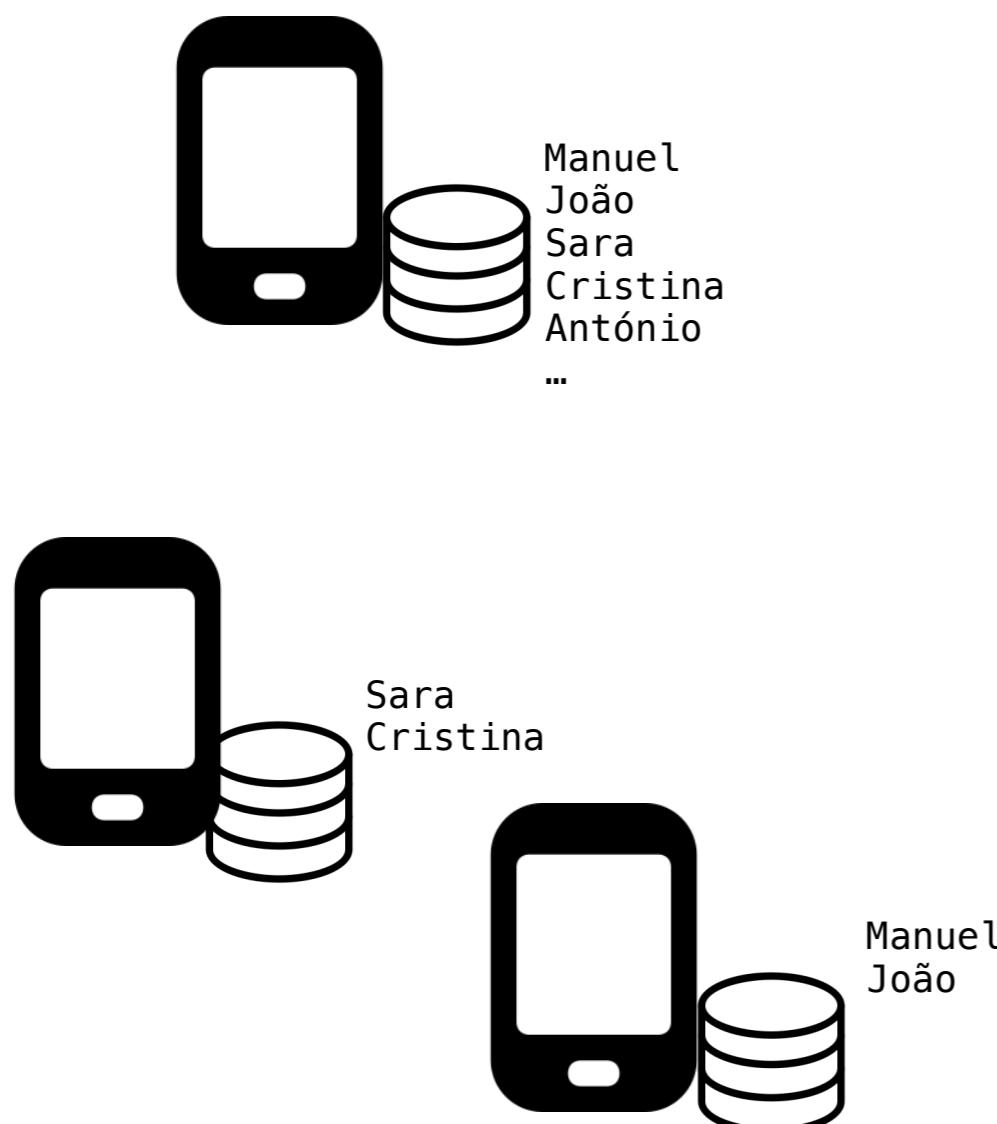
offline vs online

Para poder operar em offline, o dispositivo tem que se preparar enquanto está online

Idealmente, o utilizador nem se apercebe que está offline!

Replicação

Consiste em replicar parte ou a totalidade da informação em cada dispositivo



Servidor



Replicação

Consiste em replicar parte ou a totalidade da informação em cada dispositivo

Utilizado para melhorar:

- **Desempenho** (mais rápido aceder a dados locais)
- **Disponibilidade** (mesmo que o servidor esteja em baixo é possível aceder aos dados)

Replicação

Dois tipos de réplica

- **Réplica permanente** - o sistema mantém ativamente a réplica, normalmente numa BD
- **Cache** - réplica é criada e destruída quando necessário. Normalmente é uma réplica parcial e reside em memória

Replicação

Pre-fetching

Replicação

Pre-fetching

Consiste em popular a cache/réplica antes de ser necessário. Exemplo: pré-carregar os últimos 10 posts do facebook, no momento em que se abre a aplicação.

Replicação

Pre-fetching

Consiste em popular a cache/réplica antes de ser necessário. Exemplo: pré-carregar os últimos 10 posts do facebook, no momento em que se abre a aplicação.

É difícil perceber que dados devemos pré-carregar. Decisão pode ser **do utilizador** (decide que quer pré-carregar 5 notícias no seu news reader) ou **automática** (a aplicação analisa a história de acessos)

O pre-fetching tem que ser feito em online.

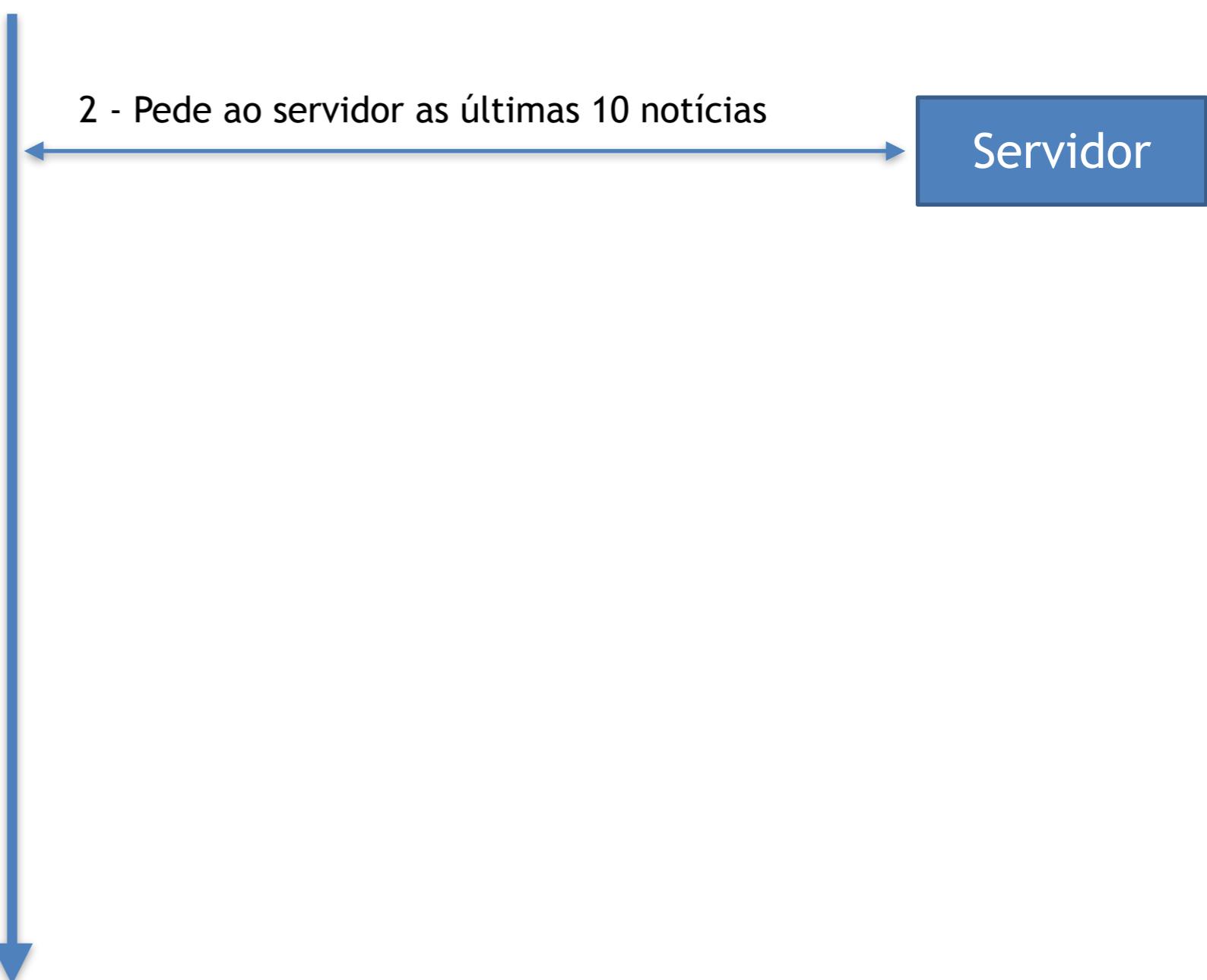
Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model
com uma lista de 5 notícias



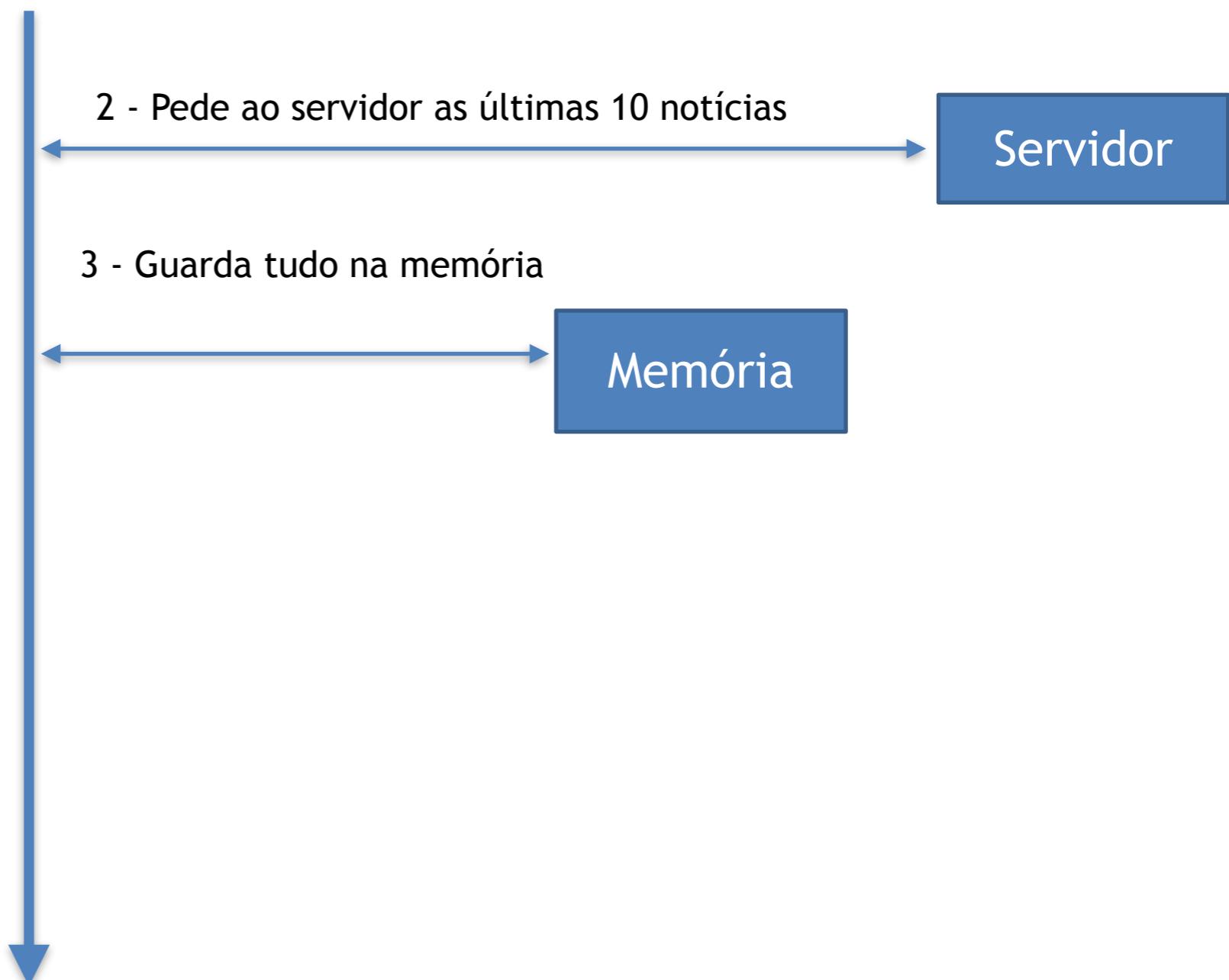
Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model
com uma lista de 5 notícias



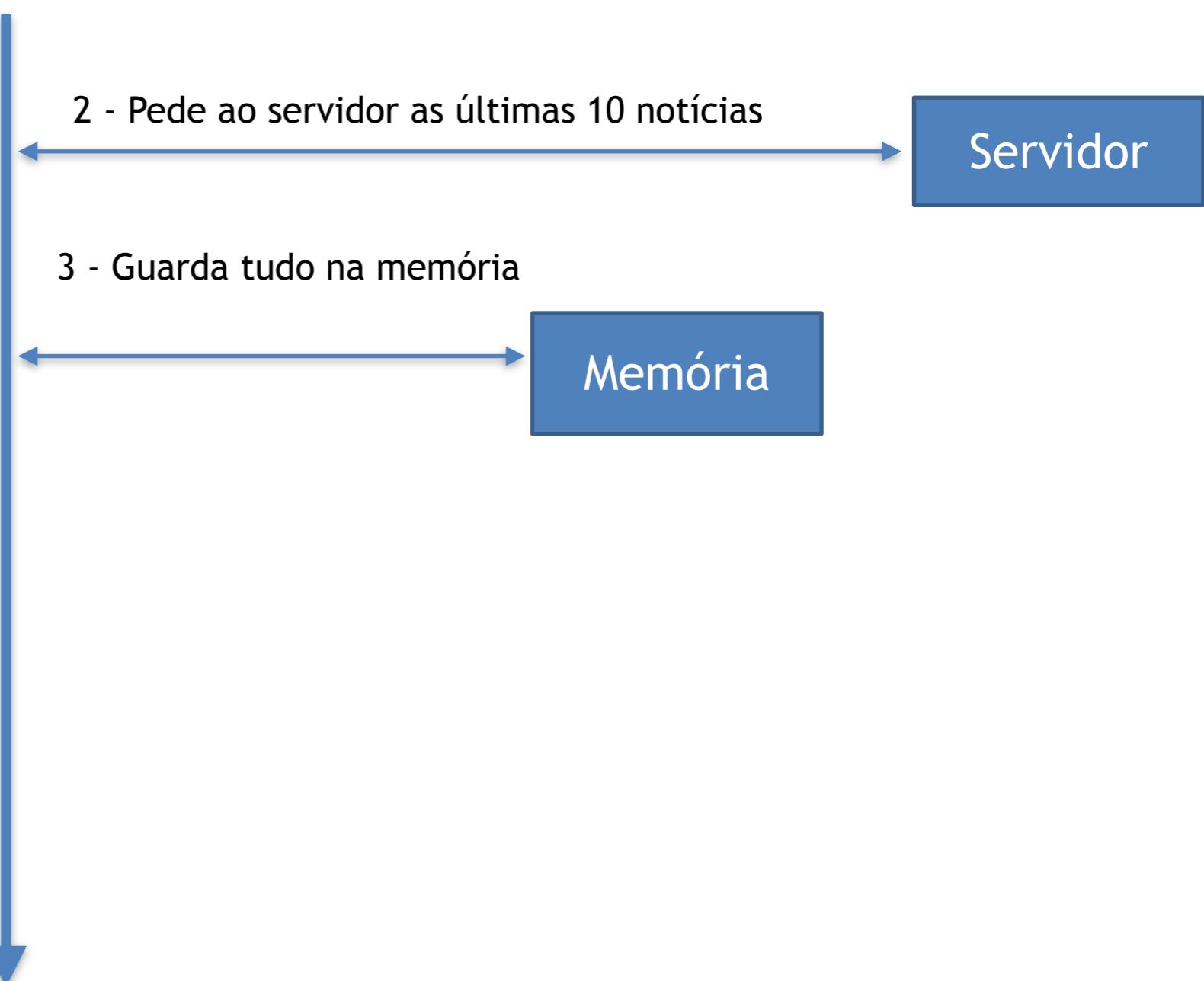
Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model
com uma lista de 5 notícias



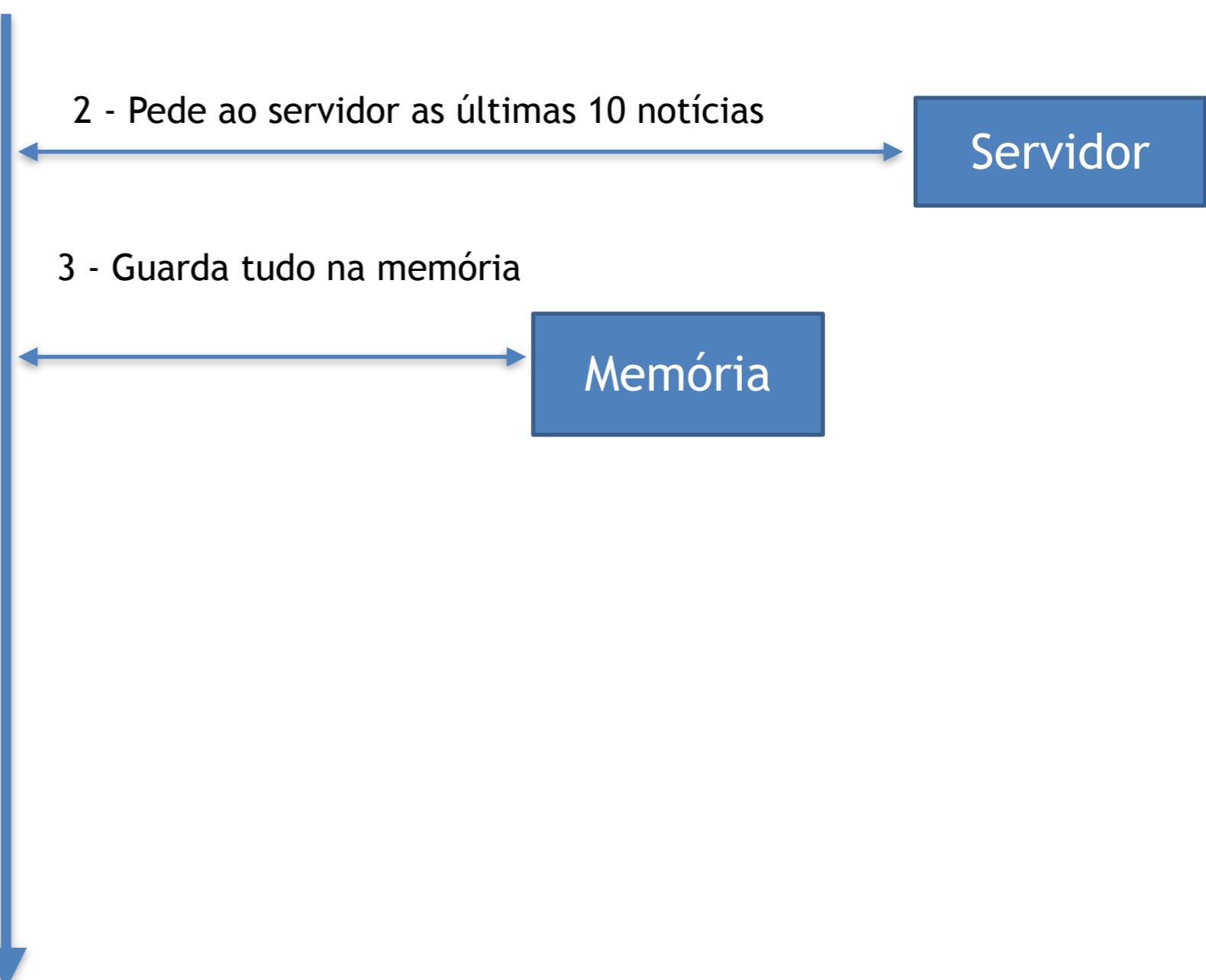
Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model com uma lista de 5 notícias



Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model com uma lista de 5 notícias



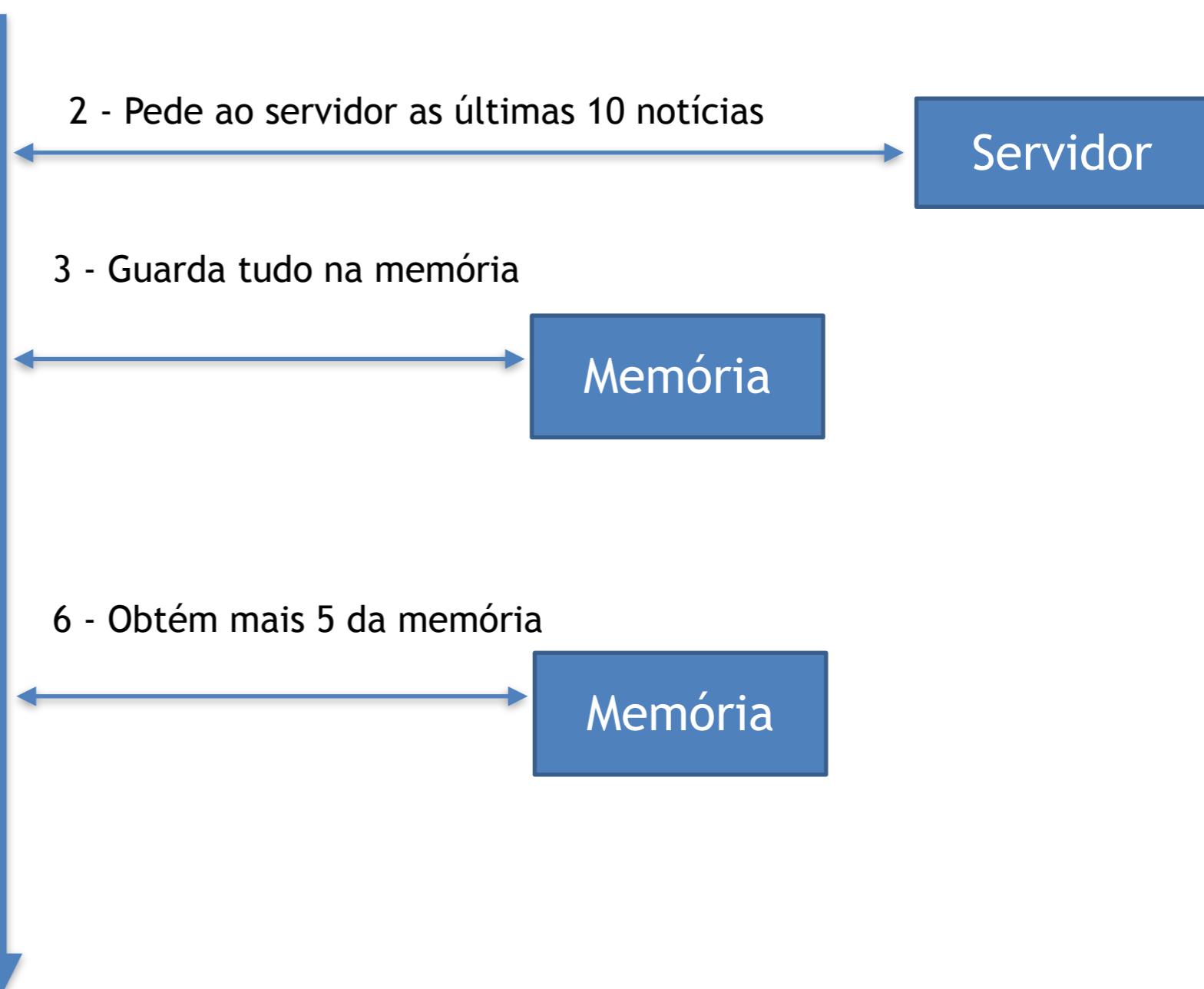
4 - App atualiza o model com a lista de 5 notícias e de seguida atualiza a view

(passa algum tempo)

5 - App pretende mostrar mais 5 notícias mas ligação ao servidor em baixo

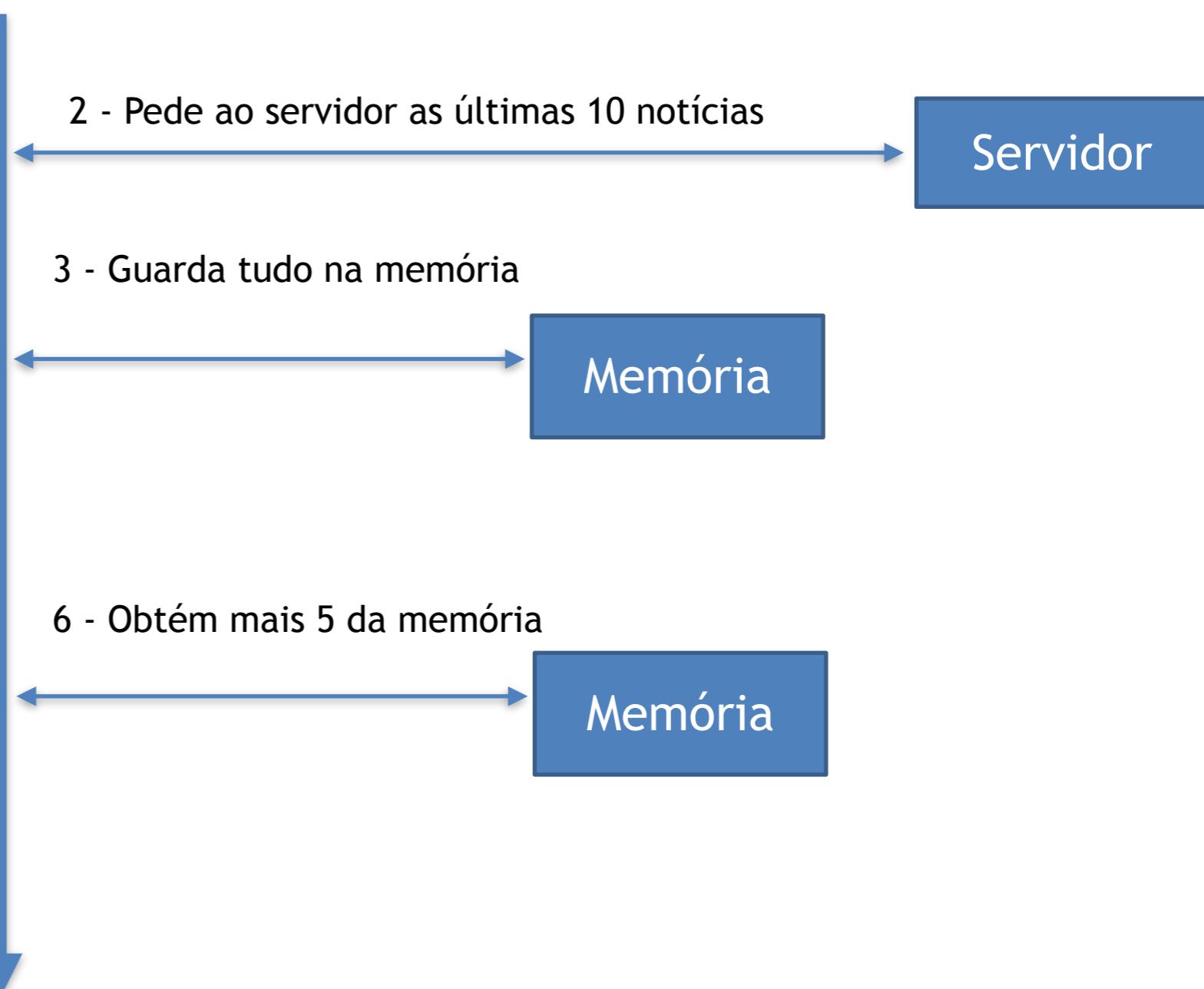
Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model com uma lista de 5 notícias



Cenário de utilização (leitura com cache)

1 - App pretende atualizar o model com uma lista de 5 notícias



4 - App atualiza o model com a lista de 5 notícias e de seguida atualiza a view

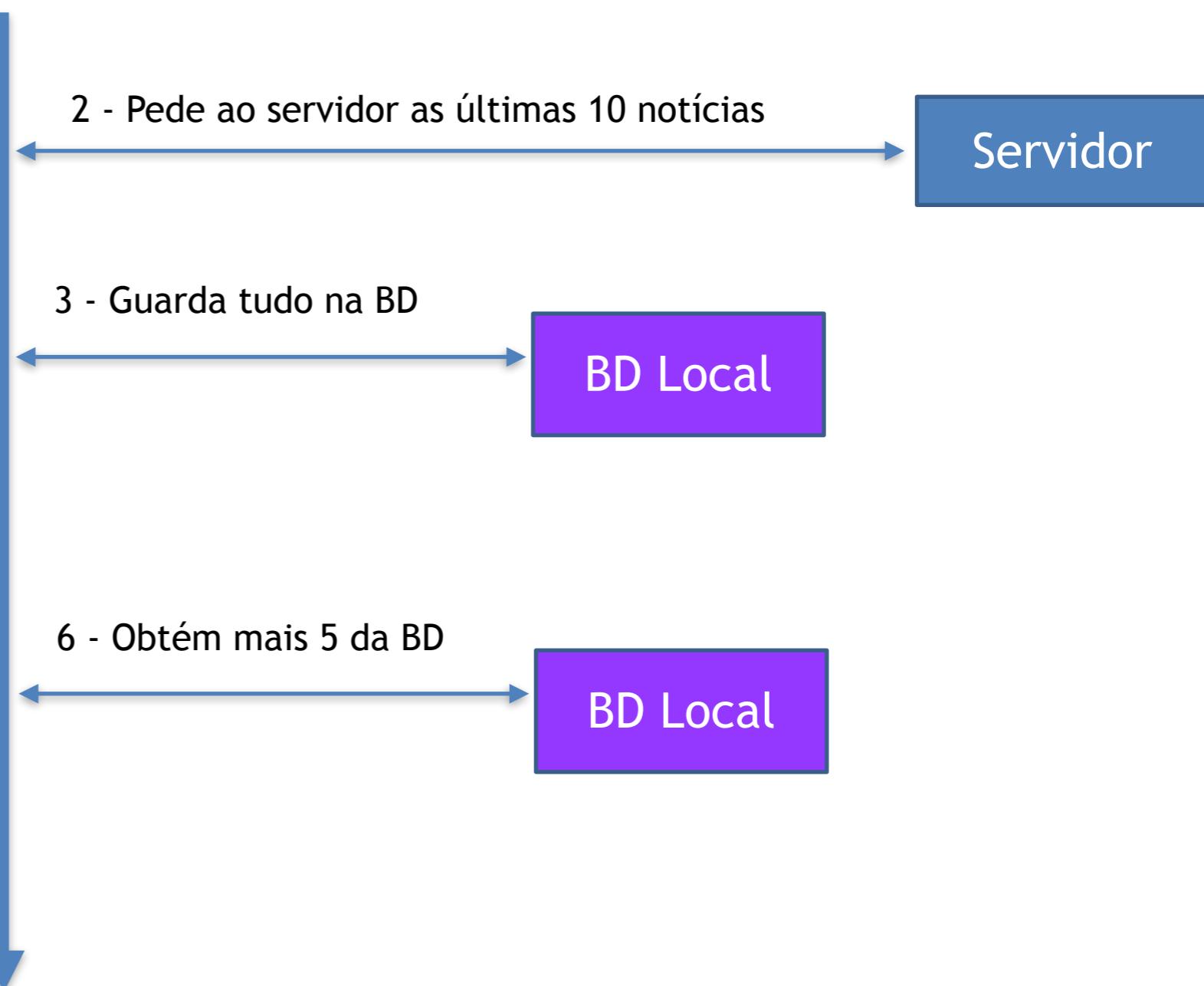
(passa algum tempo)

5 - App pretende mostrar mais 5 notícias mas ligação ao servidor em baixo

7 - App atualiza o model com mais 5 e atualiza a view

Cenário de utilização (leitura com réplica permanente)

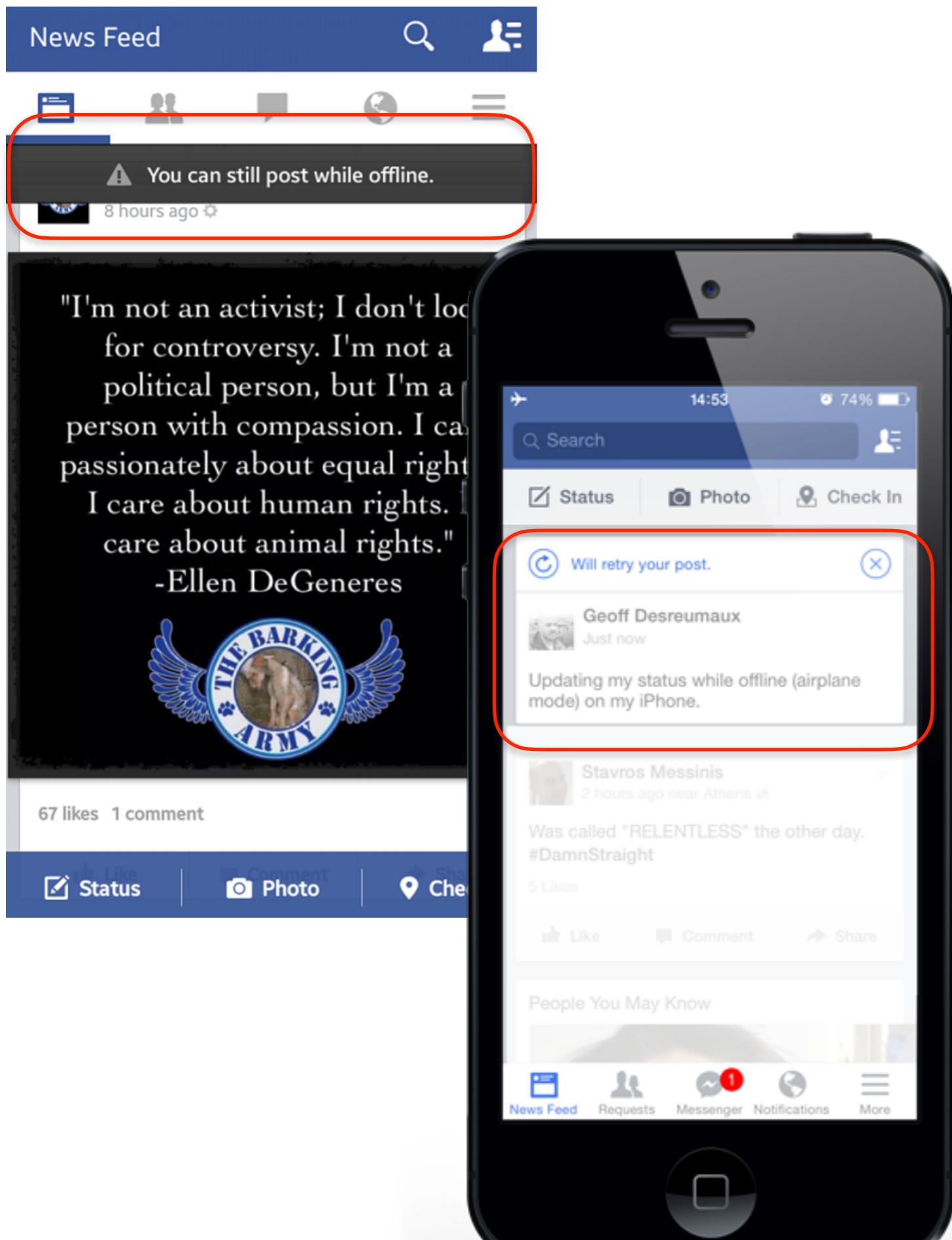
1 - App pretende atualizar o model com uma lista de 5 notícias



4 - App atualiza o model com a lista de 5 notícias e de seguida atualiza a view
(passa algum tempo)

5 - App pretende mostrar mais 5 notícias mas ligação ao servidor em baixo

7 - App atualiza o model com mais 5 e atualiza a view



Escrita em offline

Dentro do possível, as aplicações deveriam escrever na réplica quando estão offline e sincronizar com o servidor logo que fiquem online

Cenário de utilização (escrita)

1 - App acrescenta elemento no model
introduzido pelo utilizador que devia ser
enviado para o servidor



Cenário de utilização (escrita)

1 - App acrescenta elemento no model introduzido pelo utilizador que devia ser enviado para o servidor

2 - Atualiza model na BD

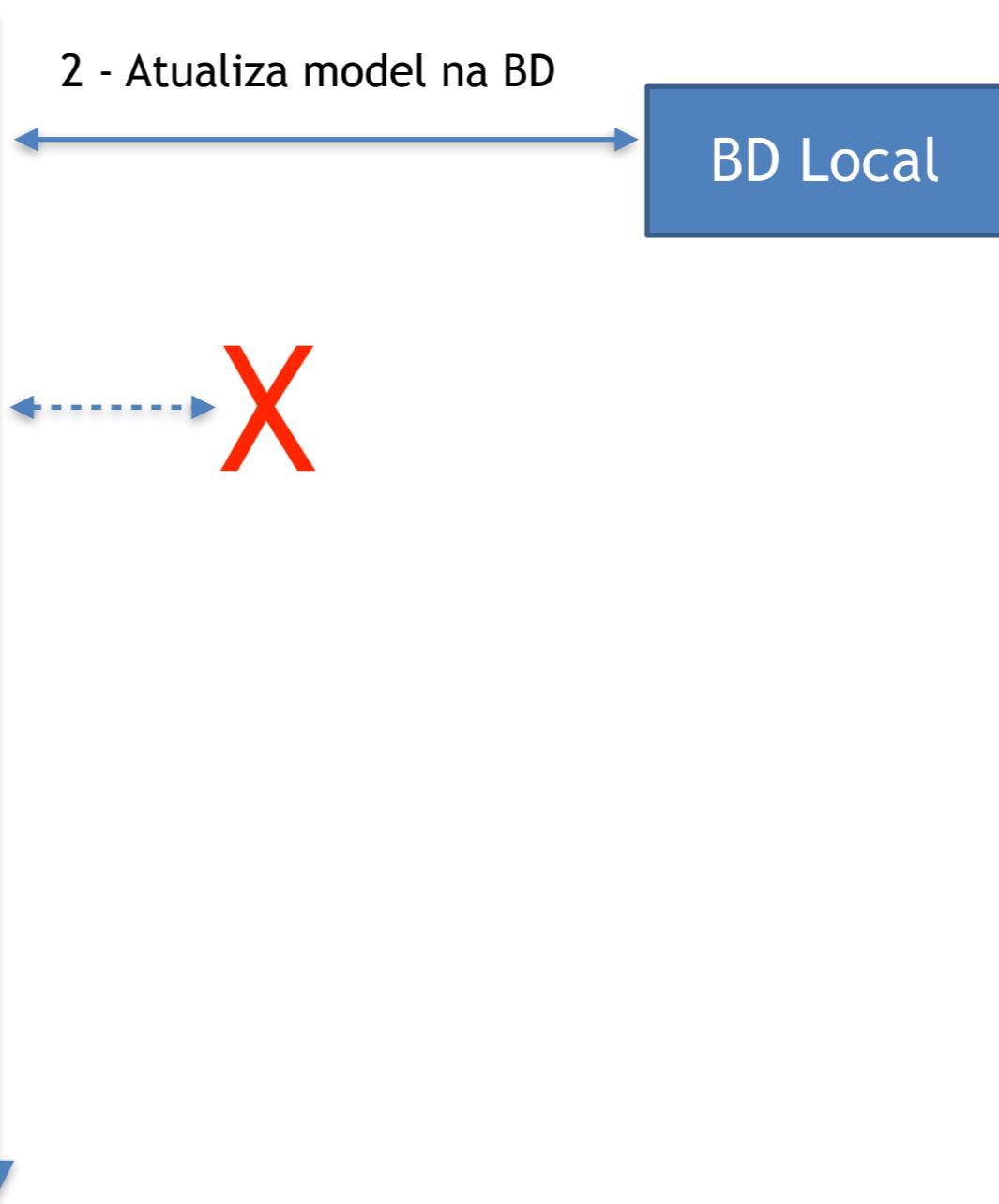
BD Local



Cenário de utilização (escrita)

1 - App acrescenta elemento no model introduzido pelo utilizador que devia ser enviado para o servidor

3 - App verifica conectividade. Neste momento não há por isso regista-se como observador do estado da rede e espera...

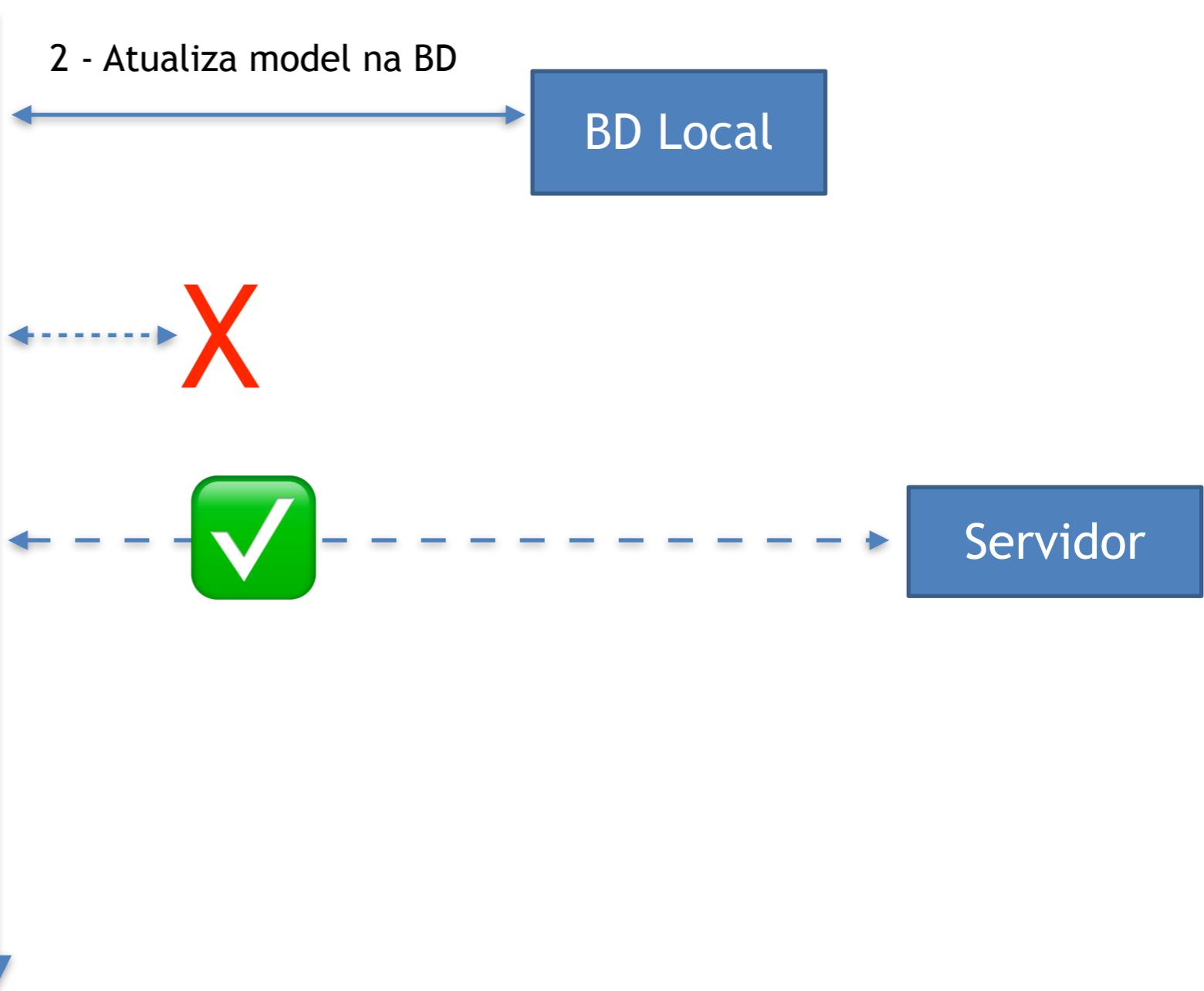


Cenário de utilização (escrita)

1 - App acrescenta elemento no model introduzido pelo utilizador que devia ser enviado para o servidor

3 - App verifica conectividade. Neste momento não há por isso regista-se como observador do estado da rede e espera...

4 - App é notificado que há conectividade

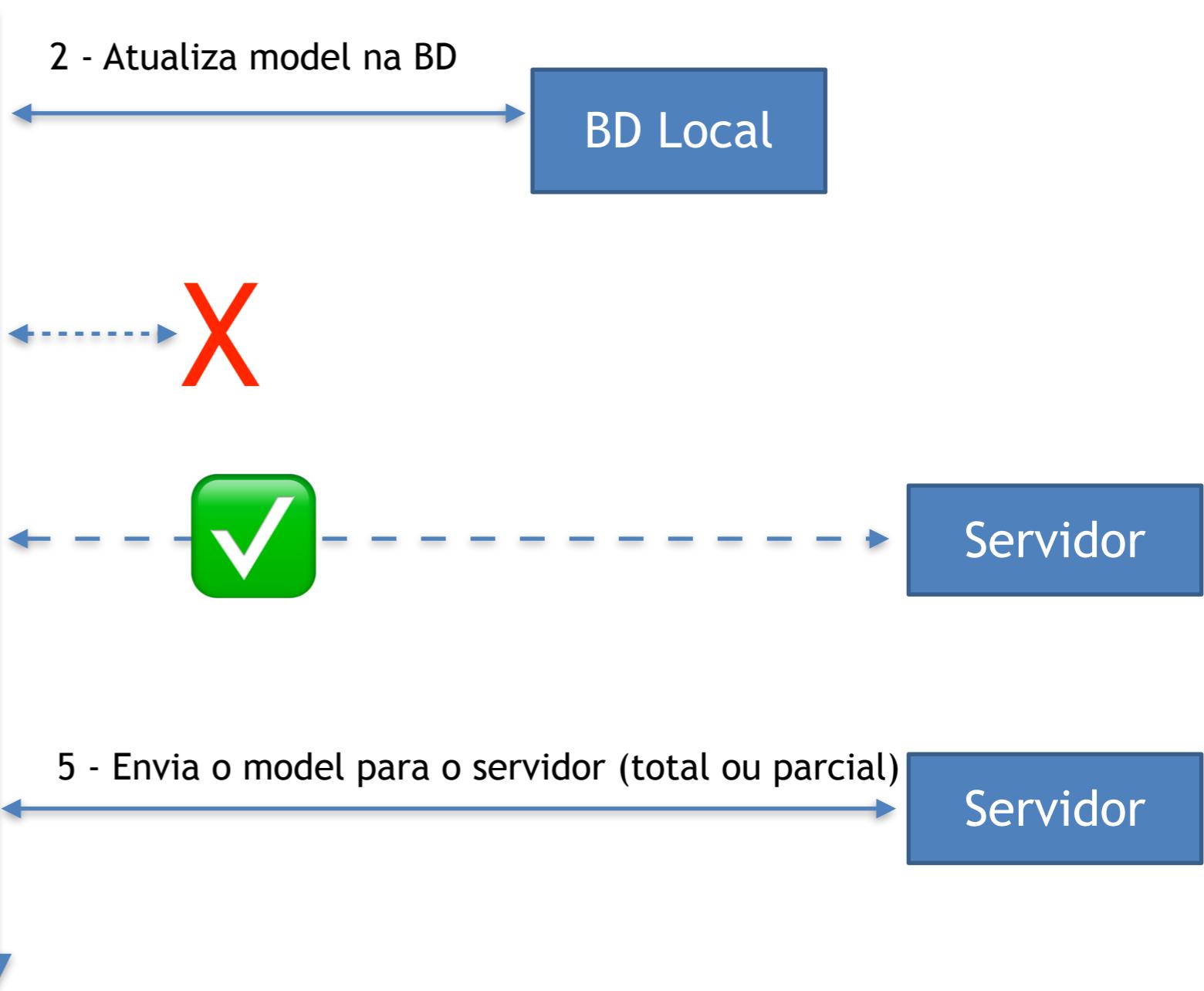


Cenário de utilização (escrita)

1 - App acrescenta elemento no model introduzido pelo utilizador que devia ser enviado para o servidor

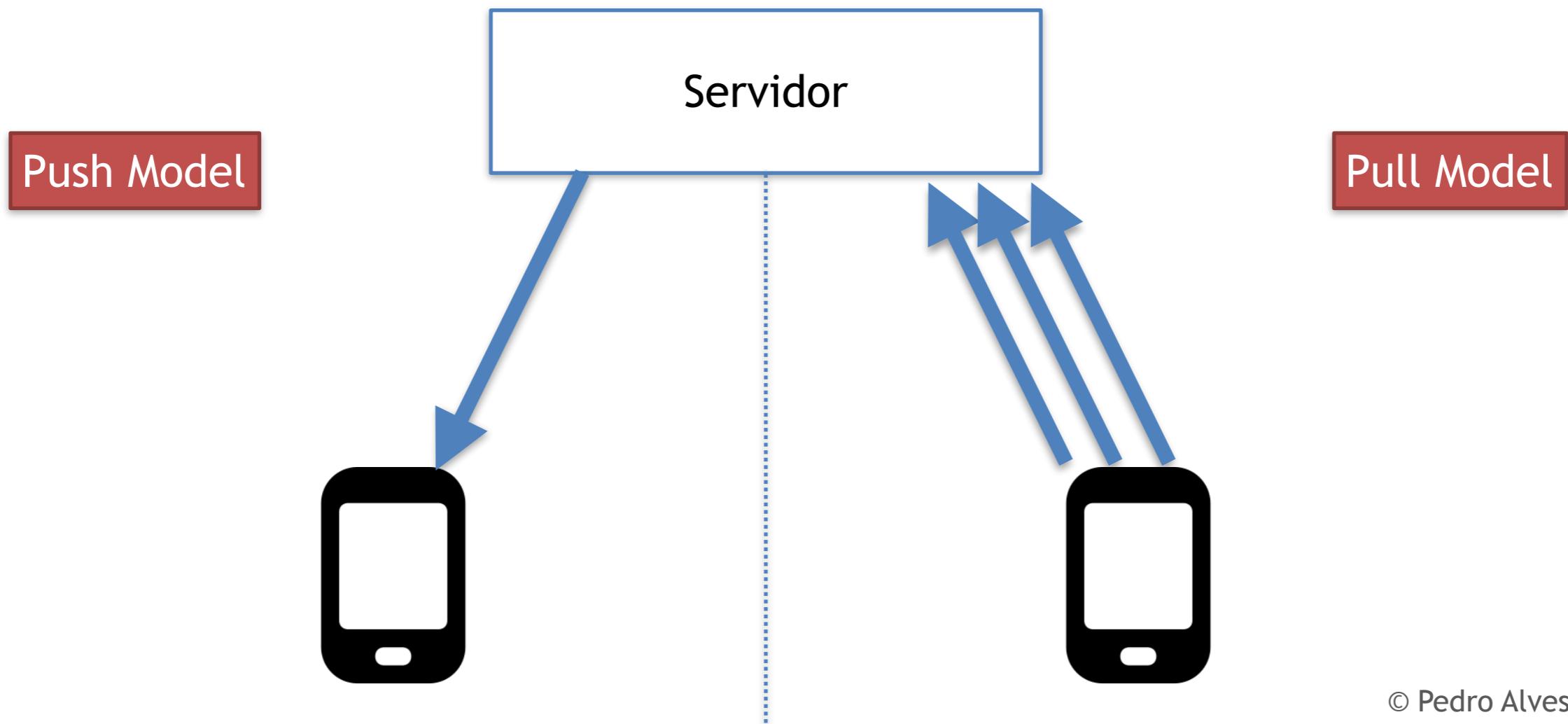
3 - App verifica conectividade. Neste momento não há por isso regista-se como observador do estado da rede e espera...

4 - App é notificado que há conectividade



Sincronização da réplica

1. O servidor envia alterações aos dispositivos - **push model**
2. Os dispositivos perguntam ao servidor que alterações houve - **pull model**



Replicação

Sincronização da réplica

Push model

- Atualização é imediata se o dispositivo está online, mas e se estiver offline?
- O servidor tem que iniciar/manter a ligação com todos os dispositivos (podem ser milhões!)

Replicação

Sincronização da réplica

Push model

- Atualização é imediata se o dispositivo está online, mas e se estiver offline?
- O servidor tem que iniciar/manter a ligação com todos os dispositivos (podem ser milhões!)

Pull model

- Tem que periodicamente interrogar o servidor. Se fôr muito frequente pode conduzir a desperdício de recursos, se fôr pouco frequente pode haver um grande desfazamento temporar na sincronização.
- Mas lida bem com o offline! Quando passar a online, pergunta ao servidor o que mudou!

Exercício

Explica a diferença entre push model e pull model de forma que uma criança de 5 anos entenda
(Dica: Usa analogias. Ex: “Imagina que tens várias gomas de diferentes cores...”)