

## Questão 1.

Quanto tempo um pacote de 1.000 bytes leva para se propagar através de um enlace de 2.500 km de distância, com uma velocidade de propagação de  $2,5 \cdot 10^8$  m/s e uma taxa de transmissão de 2 Mbps? Geralmente, quanto tempo um pacote de comprimento  $L$  leva para se propagar através de um enlace de distância  $d$ , velocidade de propagação  $s$ , e taxa de transmissão de  $R$  bps? Esse atraso depende do comprimento do pacote? Esse atraso depende da taxa de transmissão?

Suponha que o Hospedeiro A queira enviar um arquivo grande para o Hospedeiro B. O percurso do Hospedeiro A para o Hospedeiro B possui três enlaces, de taxas  $R_1 = 500$  kbps,  $R_2 = 2$  Mbps, e  $R_3 = 1$  Mbps.

- a. Considerando que não haja nenhum outro tráfego na rede, qual é a vazão para a transferência de arquivo?
- b. Suponha que o arquivo tenha 4 milhões de bytes. Dividindo o tamanho do arquivo pela vazão, quanto tempo levará a transferência para o Hospedeiro B?
- c. Repita os itens "a" e "b", mas agora com  $R_2$  reduzido a 100 kbps.

## Questão 2.

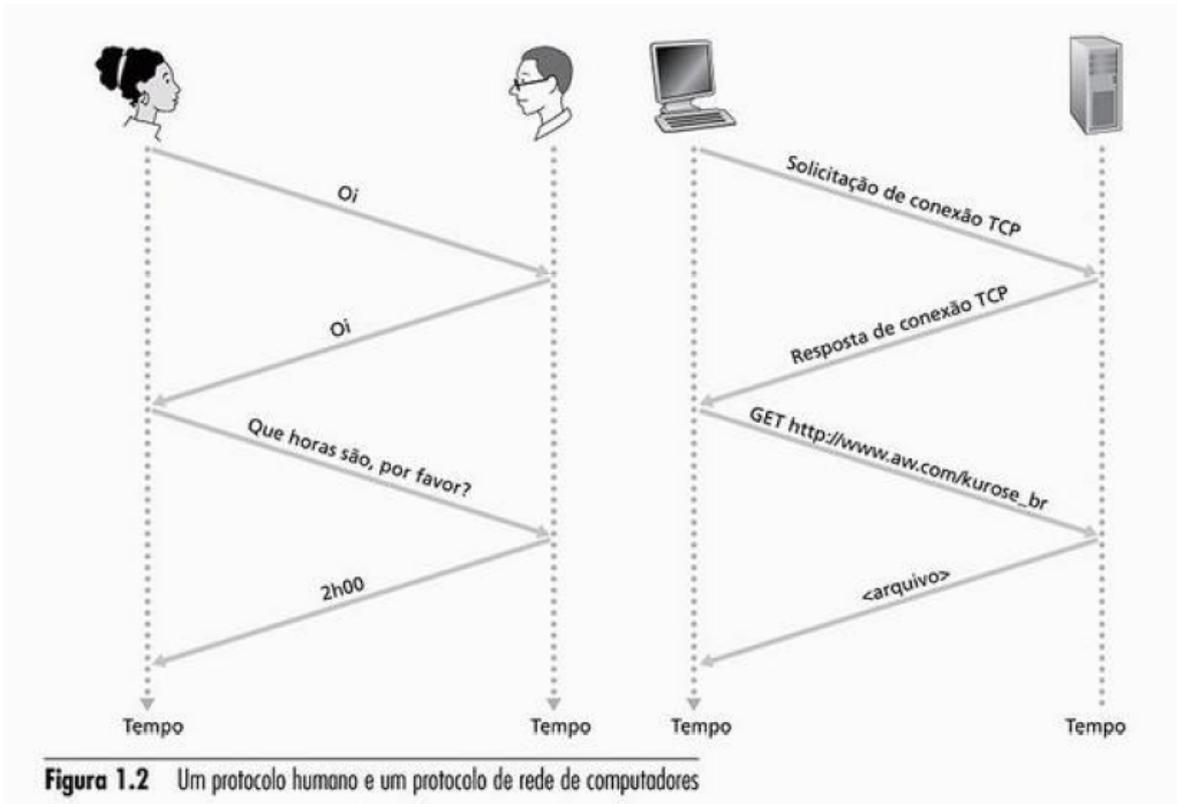
Neste problema, consideramos o envio de voz em tempo real do computador A para o computador

B por meio de uma rede de comutação de pacotes (VoIP). O computador A converte voz analógica para uma cadeia digital de bits de 64 kbps e, em seguida, agrupa os bits em pacotes de 56 bytes. Há apenas um enlace entre os computadores A e B; sua taxa de transmissão é de 2 Mbps e seu atraso de propagação, de 10 milissegundos. Assim que o computador A recolhe um pacote, ele o envia ao computador B.

Quando recebe um pacote completo, o computador B converte os bits do pacote em um sinal analógico. Quanto tempo decorre entre o momento em que um bit é criado (a partir do sinal analógico no computador A) e o momento em que ele é decodificado (como parte do sinal analógico no computador B)?

### Questão 3.

Projete e descreva um protocolo de nível de aplicação para ser usado entre um caixa automático e o computador central de um banco. Esse protocolo deve permitir verificação do cartão e da senha de um usuário, consulta do saldo de sua conta (que é mantido no computador central) e saque de dinheiro da conta corrente (isto é, entrega de dinheiro ao usuário). As entidades do protocolo devem estar preparadas a resolver o caso comum em que não há dinheiro suficiente na conta do usuário para cobrir o saque. Faça uma especificação de seu protocolo relacionando as mensagens trocadas e as ações realizadas pelo caixa automático ou pelo computador central do banco na transmissão e recepção de mensagens. Esquematize a operação de seu protocolo para o caso de um saque simples sem erros, usando um diagrama semelhante ao da Figura 1.2. Descreva explicitamente o que seu protocolo espera do serviço de transporte fim a fim.



**Figura 1.2** Um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores