



Comunicações
Ministério das Comunicações



ANATEL

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL)

CARGO
14

**ESPECIALISTA EM REGULAÇÃO
DE SERVIÇOS PÚBLICOS
DE TELECOMUNICAÇÕES
ÁREA: ENGENHARIA**

Aplicação: 8/3/2009

CADERNO DE PROVAS – PARTE II

Prova Objetiva de CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

e

Prova Discursiva

MANHÃ

Caderno Q

ATENÇÃO!

Leia atentamente as instruções constantes na capa da Parte I do seu caderno de provas.

- 1 Confira se o tipo do caderno — Caderno Q — e os dados do seu cargo (número, nome, área/especialidade) coincidem com o que está registrado em sua **folha de respostas** e em cada página numerada desta parte. Em seguida, verifique se ela contém **50** itens relativos à prova objetiva de **Conhecimentos Específicos** e **4** questões relativas à prova discursiva, acompanhadas de espaços para rascunho.
- 2 Quando autorizado pelo aplicador, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da **folha de respostas**, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:

A desobediência é uma virtude necessária à criatividade.

AGENDA (datas prováveis)

- I **10/3/2009**, após as 19 h (horário de Brasília) – Gabaritos oficiais preliminares das provas objetivas: Internet — www.cespe.unb.br.
- II **11 e 12/3/2009** – Recursos (provas objetivas): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- III **3/4/2009** – Resultado final das provas objetivas e resultado provisório da prova discursiva: Diário Oficial da União e Internet.
- IV **6 e 7/4/2009** – Recursos (prova discursiva): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- V **29/4/2009** – Resultado final da prova discursiva, convocação para a entrega da documentação da avaliação de títulos e para a perícia médica: Diário Oficial da União e Internet.

OBSERVAÇÕES

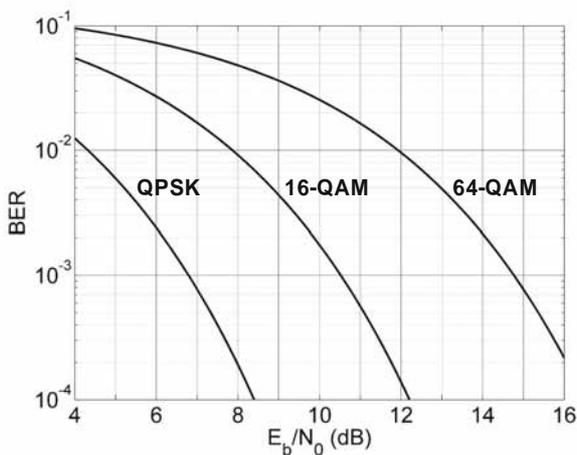
- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o item 15 do Edital n.º 1 – ANATEL, de 4/12/2008.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet – www.cespe.unb.br.
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

De acordo com o comando a que cada um dos itens de **51 a 100** se refira, marque, na **folha de respostas**, para cada item: o campo designado com o código **C**, caso julgue o item **CERTO**; ou o campo designado com o código **E**, caso julgue o item **ERRADO**. A ausência de marcação ou a marcação de ambos os campos não serão apenadas, ou seja, não receberão pontuação negativa. Para as devidas marcações, use a **folha de respostas**, único documento válido para a correção das suas provas.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

O sistema brasileiro de televisão digital terrestre utiliza o esquema de transmissão OFDM e permite o uso das seguintes técnicas de modulação digital: $\pi/4$ -DQPSK, QPSK, 16-QAM e 64-QAM. Considere, contudo, um sistema de televisão digital hipotético que utilize uma única portadora, mas que possa fazer uso dessas mesmas técnicas de modulação, além da formatação espectral do tipo cosseno levantado, com fator de decaimento (*roll-off factor*) igual a $\frac{1}{4}$. Considere, ainda, que, da banda passante de 6 MHz de um canal TV no sistema brasileiro de televisão digital terrestre, o sistema hipotético utilize efetivamente 5,5 MHz, pois reserva 500 kHz para banda de guarda. Suponha que seja exigida desse sistema hipotético uma BER (*bit error rate*) máxima de 10^{-2} na saída do demodulador. Assumindo que o canal do sistema seja do tipo AWGN (*additive white gaussian noise*), o desempenho de algumas das técnicas de modulação, em termos da BER versus $\frac{E_b}{N_0}$, é dado no gráfico a

seguir, em que E_b é a energia média por bit e $\frac{N_0}{2}$ é o valor, em watt-por-hertz, da densidade espectral de potência do ruído branco que deteriora o sinal.



A partir dessas informações e tomando 2, 5 e 6,8, respectivamente, como valores aproximados para $10\log_{10}\frac{8}{5}$, $10\log_{10}\frac{16}{5}$ e $10\log_{10}\frac{24}{5}$, julgue os itens de **51 a 54**.

51 A máxima taxa de transmissão bruta suportada por esse sistema hipotético será: de 11 Mbps, se a modulação utilizada for a $\pi/4$ -DQPSK ou a QPSK; de 22 Mbps, se a modulação for a 16-QAM; e de 33 Mbps, se a modulação for a 64-QAM.

- 52** O propósito da filtragem do tipo cosseno levantado, mencionada acima, é reduzir a largura espectral do sinal modulado sem causar interferência intersimbólica (IIS). Quanto menor for o fator de decaimento (*roll-off factor*), menor será a largura espectral do sinal modulado, contudo maior precisão será exigida do sincronismo de símbolo no receptor, buscando-se eliminar a IIS.
- 53** Se a modulação utilizada pelo sistema hipotético for a 64-QAM, uma razão entre a potência do sinal pela potência do ruído igual a 14 dB, na entrada do demodulador, será suficiente para garantir que a BER na saída do demodulador seja menor que 10^{-2} .
- 54** A vantagem da técnica $\pi/4$ -DQPSK em relação à técnica QPSK é que o receptor não precisa obter uma referência de fase absoluta para poder recuperar os dados transmitidos, o que torna essa técnica particularmente apropriada para comunicações móveis, em que a demodulação diferencial pode reduzir o efeito adverso do desvanecimento.

RASCUNHO

O serviço de radiodifusão sonora analógica utiliza as técnicas de modulação AM e FM, que têm como parâmetros importantes o índice de modulação (μ) e o desvio máximo de frequência (Δf), respectivamente. Para as estações AM, é especificado que os sinais radiados devem ser mantidos com índice de modulação o mais elevado possível, sem, contudo, ultrapassar o valor de 1 nos picos negativos e de 1,25 nos picos positivos. Para estações de radiodifusão FM, Δf de ± 75 kHz é definido como 100% de modulação e é com esse valor de Δf que se especifica a largura de banda ocupada pelo sinal de uma emissora FM. A partir dessas informações, julgue os itens subsequentes, acerca de sinais AM e FM e dos parâmetros μ e Δf .

55 Se uma estação de radiodifusão FM aumenta o Δf do sinal modulado para valores maiores que 75 kHz, esse sinal poderá ter largura espectral maior que a permitida. Por outro lado, se ela reduz o Δf , a área de cobertura desse sinal será reduzida, uma vez que a diminuição do Δf causa redução da potência do sinal radiado.

56 Para sinais AM, quanto maior for o índice de modulação, maior será a potência contida nas bandas laterais e, conseqüentemente, melhor poderá ser a qualidade do sinal de áudio entregue ao ouvinte pelo receptor. Contudo, um sinal AM que tem índice de modulação negativa maior que 1 não pode ser demodulado adequadamente usando-se detector de envoltória.

Julgue os itens de **57** a **61**, acerca das comunicações via fibra óptica.

57 Amplificadores a fibra dopada com érbio (EDFA — *erbium doped fiber amplifier*) tornaram praticamente obsoletos os regeneradores OEO (óptico-elétrico-óptico). Contudo, esses amplificadores somente são efetivos na banda (ou janela) de 1.310 nm. Por isso, atualmente, as transmissões de longa distância são realizadas nessa banda e não, na banda de 1.550 nm.

58 Considere a transmissão de dados por uma fibra óptica multimodo com produto da largura de faixa pela distância de 2.000 MHz·km. Considere, ainda, que a transmissão seja feita usando o código de linha NRZ em um único comprimento de onda. Embasado nessas informações, é correto afirmar que a velocidade de transmissão máxima teórica suportada por essa fibra é de 8 Gbps, se o comprimento da fibra for de 500 m, e de 4 Gbps, se esse comprimento for de 1 km.

59 Atualmente, usando-se a tecnologia DWDM (*dense wavelength division multiplexing*), é possível a transmissão simultânea, através de uma fibra óptica, de mais de 100 portadoras ópticas na banda de 1.550 nm, com espaçamento entre essas portadoras de 25 GHz ou até de 50 GHz. Isso propicia uma capacidade de transmissão maior que 1 Tbps para uma única fibra.

60 A máxima distância de transmissão que uma fibra óptica multimodo permite é, atualmente, limitada principalmente pela dispersão modal que a fibra causa aos pulsos ópticos e não, pela atenuação que a fibra impõe a esses pulsos. Esse tipo de distorção é praticamente inexistente nas fibras monomodo, por isso, para transmissões de longa distância, a fibra monomodo é o tipo de fibra normalmente utilizada.

61 Em suas respectivas bandas de passagem, cabos coaxiais e pares de fios metálicos trançados podem apresentar atenuação em torno de 10 dB/km e, tipicamente, requerem repetidores com espaçamento entre 1 km e 10 km, enquanto que as fibras ópticas podem apresentar atenuação menor que 1 dB/km e requerem repetidores com espaçamento, tipicamente, entre 50 km e 150 km.

RASCUNHO

Julgue os itens subsequentes, acerca da classificação dos sistemas de comunicação e das técnicas de multiplexação e múltiplo acesso.

- 62 Em um sistema CDMA, a largura B_T da banda passante do canal é um dos fatores que limitam a quantidade de sinais, ou usuários, que podem compartilhar um canal. Isso porque B_T limita a taxa de *chips* do sistema CDMA e, quanto maior for a razão entre a taxa de *chips* e a taxa de *bits* de informação, maior será a quantidade de sinais que podem compartilhar um canal, para uma taxa de erro de *bit* máxima especificada.
- 63 O multiplex TDM de primeira ordem da hierarquia PDH, denominado E1, multiplexa 32 canais de 64 kbps. Originalmente, 30 desses canais eram empregados para transportar voz amostrada à taxa de 8 kHz e codificada em 8 *bits* por amostra; um canal era usado para sincronismo e outro canal, para sinalização. O fluxo de *bits* E1 é, atualmente, estruturado em quadros com 32 janelas (ou *slots*) de tempo, sendo que a duração de uma janela é de 8 *bits* por 64 kbps, ou seja, de 1/8 ms, e a duração de um quadro é igual a 32 vezes esse valor.
- 64 Em um sistema OFDMA (*orthogonal frequency division multiple access*), quanto menor for o espaçamento entre subportadoras, mais robusto esse sistema será em relação aos efeitos da propagação multipercurso, contudo ele será mais afetado por determinados efeitos causados pelo espalhamento *Doppler*.

Considere que uma empresa tenha alugado um *transponder* de satélite com banda passante de 36 MHz para ser utilizado como meio de transmissão de um sistema de comunicação para as suas filiais espalhadas pelo país. O sistema deverá prover 9 canais de acesso simultâneo e utilizará esquema de transmissão com eficiência espectral de 1,5 bps/Hz, embasado na modulação QPSK. A técnica de múltiplo acesso será escolhida entre as técnicas FDMA (*frequency-division multiple access*) e TDMA (*time-division multiple access*), sendo que o modo de acesso será FAMA (*fixed-assigned multiple-access*), em que os recursos do sistema serão divididos igualmente entre os 9 canais de acesso. Julgue o item subsequente acerca desse sistema de comunicação.

- 65 Na prática, se for escolhida a técnica FDMA, a taxa de transmissão bruta disponibilizada a cada um dos 9 canais terá de ser necessariamente menor que 6 Mbps, enquanto, se for escolhida a técnica TDMA, a velocidade disponibilizada poderá ser de até 6 Mbps.

Julgue os itens a seguir, relativos à utilização do espectro eletromagnético e à atribuição de faixas de frequências no Brasil.

- 66 As posições orbitais geostacionárias utilizadas por satélites brasileiros, juntamente com as faixas de frequências relativas ao uso das comunicações via satélite a elas relacionadas, são de uso exclusivo e permanente do Brasil, garantidas por meio de tratados internacionais.
- 67 De acordo com o plano de atribuição de faixas de frequências no Brasil, a frequência de 10 MHz é reservada para os sinais horários.
- 68 A atribuição das faixas de frequências destinadas aos diversos serviços de comunicações sem fio é feita autonomamente por cada país, ainda que existam recomendações internacionais.

Acerca de antenas, interferência e propagação eletromagnética em sistemas de comunicações sem fio, julgue os itens que se seguem.

- 69 Um sistema de recepção de TV via satélite do tipo *direct to home* (DTH) pode fazer uso simultâneo de mais de um satélite em *cluster* — posições orbitais similares —, ou em posições orbitais diferentes.
- 70 É correto afirmar que, para o uso eficiente do espectro eletromagnético, ao se instalar uma nova estação transmissora de rádio ou televisão, deve-se realizar estudo criterioso das possíveis interferências eletromagnéticas que essa estação possa vir a causar.
- 71 O nível de suscetibilidade a interferência — que pode ser traduzido em nível de compatibilidade eletromagnética — de equipamentos elétricos e eletrônicos é regulamentado, no Brasil, pela ANATEL.
- 72 Antenas inteligentes consistem em um conjunto de elementos que são excitados por correntes elétricas de amplitude e fase controladas, de maneira a adaptar o diagrama de radiação de acordo com o desempenho exigido para determinado sistema.
- 73 A polarização da onda transmitida por um satélite pode ser alterada durante a propagação dessa onda até as estações terrestres, devido, entre outros fatores, à chuva, na troposfera, e à rotação de Faraday, na ionosfera.
- 74 A ionosfera pode causar oscilações rápidas na amplitude e na fase dos sinais transmitidos via satélite.
- 75 A escolha inapropriada das antenas de transmissão e de recepção de um sistema de comunicação pode afetar a capacidade de transmissão do canal desse sistema.

Julgue os itens que se seguem, relativos a sistemas de comunicações digitais celulares.

- 76 Um sistema de comunicação móvel que emprega tecnologia FDMA, com 20 canais de 20 kHz cada, por célula hexagonal, e fator de reuso igual a 9, tem alocada banda de frequências, necessariamente, superior a 4 MHz.
- 77 Existem técnicas que permitem determinar, com certa precisão, a posição de usuários desses sistemas, dentro de uma área de cobertura.
- 78 Havendo diminuição no número de canais disponíveis em uma célula, tendo mantido o nível e o tipo de tráfego, ocorre aumento na probabilidade de bloqueio, para serviços de telefonia.
- 79 Se o código FEC (*forward error correction*) de um sistema de comunicação tiver sua taxa alterada de 1/2 para 3/4, a taxa de transmissão de *bits* de informação suportada por esse sistema poderá ser corretamente aumentada em 25%.
- 80 Os efeitos de desvanecimento causado por multipercursos podem ser desprezados em sistemas de espalhamento espectral, tais como sistemas CDMA.

Com relação a fundamentos de redes de comunicações, julgue os próximos itens.

- 81 O LMDS (*local multipoint distribution service*) é um tipo de WLL (*wireless local loop*, ou laço local sem fio) limitado para operação na banda Ka.
- 82 Redes atuais de comunicação de dados que utilizam satélites geoestacionários são capazes de operar com qualidade de serviço igual ou superior à oferecida por redes puramente ópticas, empregando o mesmo protocolo TCP/IP que estas redes utilizam.
- 83 Um serviço de rastreamento de caminhões e comunicações de segurança via satélite pode ser visto como uma rede WAN (*wide area network*).
- 84 O sistema geoestacionário via satélite INMARSAT pode ser visto como uma rede ATM (*asynchronous transfer mode*) em que o roteador se encontra no espaço.
- 85 A tecnologia *frame-relay* permite que a taxa máxima de transmissão teoricamente possível seja utilizada o tempo todo.
- 86 Redes embasadas em tecnologia de pacotes X.25 estão sendo atualizadas com o intuito de permitirem transmissões em altas velocidades — iguais ou superiores a alguns *megabits* por segundo.

Considerando o uso de protocolos em sistemas utilizados no Serviço Móvel Pessoal (SMP), julgue os itens seguintes.

- 87 Nas redes atuais, o emprego de protocolos eficientes garante que o tráfego processado tanto na interface aérea quanto no núcleo dessas redes seja do tipo poissoniano e não, autossimilar, o que permite o uso otimizado da capacidade de transmissão de dados.
- 88 Os protocolos utilizados na interface aérea desses sistemas devem ser homologados pela ANATEL.
- 89 Nas redes atuais, os protocolos utilizados na alocação de recursos do canal aos usuários constituem o fator de maior influência no nível de interferência intersistema.
- 90 Redes WCDMA/HSPA empregam otimização *cross layer* para garantir taxas de transmissão superiores a 60 Mbps.

Julgue os itens a seguir, relativos ao regulamento dos serviços de telecomunicações.

- 91 A prestação de serviço de telecomunicações no interesse restrito dar-se-á somente em regime privado.
- 92 É considerado serviço de telecomunicação o provimento de capacidade de satélite.

Acerca do Plano Geral de Outorgas, julgue os itens a seguir, à luz do Decreto n.º 6.654, de 20/11/2008.

- 93 Os prazos de vigência da outorga, além das demais condições para a prestação do serviço telefônico fixo comutado, em regime público, devem estar previstos nos contratos de concessão.
- 94 Serviço telefônico fixo comutado é o serviço de telecomunicações que, por meio da transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando processos de telefonia.

Julgue os itens a seguir, relativos às metas de atendimento às solicitações de reparo do Plano Geral de Metas da Qualidade.

- 95 O atendimento das solicitações de reparo de usuários que são prestadores de serviços de utilidade pública, de prontos-socorros e de postos de saúde deve se dar em até 12 horas, contadas a partir de sua solicitação, em, no mínimo, 98% dos casos.
- 96 O atendimento das solicitações de reparo, de usuários residenciais, deve se dar em até 72 horas, contadas a partir de sua solicitação em, no mínimo, 98% dos casos.

Julgue os itens a seguir, relativos ao Plano Geral de Metas para a Universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) prestado no regime público.

- 97 Os telefones de uso público devem permitir identificação visual pelo usuário da capacidade de originar e receber chamadas locais, de longa distância nacional e internacional.
- 98 *Backhaul* é a infraestrutura de rede de suporte do STFC para conexão em banda larga, interligando as redes de acesso ao *backbone* da operadora.

Com relação a concessões de serviços de telecomunicações, julgue os itens a seguir.

- 99 As concessões devem ter caráter de exclusividade e obedecer ao plano geral de outorgas.
- 100 A concessão pode ser outorgada tanto à empresa constituída segundo as leis brasileiras quanto às constituídas segundo as leis estrangeiras.

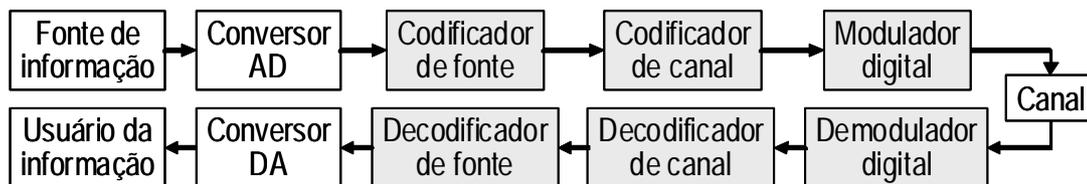
RASCUNHO

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova — que vale **vinte** pontos, sendo **cinco** pontos para cada questão —, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva os textos para o **CADERNO DE TEXTOS DEFINITIVOS DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Em cada questão, respeite o limite máximo de **vinte** linhas, pois qualquer fragmento de texto além desse limite será desconsiderado. Será também desconsiderado o texto que não for escrito na **folha de texto definitivo** correspondente.
- No **caderno de textos definitivos**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

QUESTÃO 1

A transmissão digital de informações que são originalmente analógicas, tais como voz, áudio e vídeo, está substituindo gradativamente a transmissão analógica. Isso se deve, naturalmente, às várias vantagens da transmissão digital, como a sua maior robustez às imperfeições do canal e o fato de ela propiciar o uso mais eficiente da banda passante do canal. A figura a seguir mostra o diagrama de bloco simplificado de um sistema de transmissão digital.



Tendo como referência essas informações, redija, de forma sucinta, um texto dissertativo acerca do sistema acima, abordando, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ função do codificador/decodificador de fonte e sua relação com o uso eficiente da banda passante do canal;
- ▶ função do codificador/decodificador de canal e sua relação com o uso eficiente da banda passante do canal e a qualidade da informação entregue ao usuário;
- ▶ função do modulador/demodulador digital e o efeito da escolha da ordem da modulação na largura exigida para a banda passante do canal e para a razão sinal-ruído necessária ao correto funcionamento do sistema.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

QUESTÃO 2

O reúso de frequência permite que o uso do espectro eletromagnético disponível em determinada área de cobertura seja otimizado. Em comunicações via satélite, a capacidade de transmissão pode ser duplicada através do uso de polarização ortogonal. O projeto, a implementação e a operação dos elementos radiantes de tais sistemas requerem precisão, de forma a reduzir o aparecimento de polarização cruzada, fenômeno que tende a degradar a capacidade almejada em sistemas que procuram o reúso de frequência por dupla polarização.

Considerando o texto acima unicamente como motivador, redija um texto dissertativo acerca de polarização cruzada. Ao elaborar o seu texto, atenda, necessariamente, as seguintes determinações:

- ▶ defina polarização de onda eletromagnética;
- ▶ defina polarização cruzada e discuta como ela é calculada;
- ▶ discuta como a polarização cruzada é gerada e cite valores usuais encontrados na prática;
- ▶ discuta a influência da polarização cruzada, em nível sistêmico, no contexto do cenário apresentado.

Rascunho – Questão 2

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

QUESTÃO 3

Em diversas situações, emergenciais ou não, necessita-se implementar e operar uma rede de comunicações sem-fio em uma localidade que não foi previamente definida ou investigada em detalhe. Esse tipo de rede normalmente possui pontos de acesso e terminais móveis com posição variável, formando uma rede *ad-hoc*.

A partir do texto acima, considere o caso em que se deseje melhorar o desempenho do tipo de rede descrito por meio do uso do acesso múltiplo por divisão espacial (*space division multiple access* ou SDMA), obtendo uma rede que se denomina rede SDMA. Nesse contexto, redija um texto dissertativo que atenda às seguintes determinações:

- ▶ defina rede *ad-hoc* e tecnologia SDMA;
- ▶ discuta como a tecnologia SDMA pode ser implementada na prática, descrevendo os seus componentes básicos;
- ▶ discuta como a tecnologia SDMA pode melhorar o desempenho de uma rede *ad-hoc*.

Rascunho – Questão 3

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

QUESTÃO 4

Aos 57 anos de idade, a nordestina Iraci Moreira se orgulha em dizer que "criou seus três filhos no lixo". Catadora desde que chegou ao Rio, aos 17 anos de idade, ela ensinou a profissão a dois deles, e hoje a família se dedica à cooperativa Beija-Flor em um lixão em favela do subúrbio carioca, com 26 participantes. Até meados de 2008, as perspectivas eram boas: os preços dos metais subiam, a indústria produzia a todo vapor e era possível tirar quase um salário mínimo por mês com a reciclagem. Em janeiro, a desaceleração global bateu forte no setor: os rendimentos de Iraci foram de apenas R\$ 80 — uma redução de 80%. Nos últimos dias, ela incorporou com desenvoltura os temas da crise financeira e do desaquecimento industrial ao seu discurso.

O Globo, 8/2/2009, p. 27 (com adaptações).

Considerando que o texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo acerca do seguinte tema.

CRISE ECONÔMICA E EFEITO SOCIAL

Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente os seguintes aspectos:

- ▶ o caráter global da atual crise econômico-financeira;
- ▶ coleta seletiva do lixo e reciclagem: a crise também atinge setores voltados para o desenvolvimento sustentável;
- ▶ as repercussões sociais da crise: o impacto social representado pelo desemprego e pela redução da renda de trabalhadores.

Rascunho – Questão 4

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

