



# CONCURSO PÚBLICO

## Eletróbrás Termonuclear S.A.

# ELETRONUCLEAR

EDITAL 2

## ENGENHEIRO (METALÚRGICO)

**EMETA30**

### INSTRUÇÕES GERAIS

- Você recebeu do fiscal:
  - Um **caderno de questões** contendo 60 (sessenta) questões objetivas de múltipla escolha;
  - Um **cartão de respostas** personalizado.
- **É responsabilidade do candidato certificar-se de que o nome do cargo informado nesta capa de prova corresponde ao nome do cargo informado em seu cartão de respostas.**
- Ao ser autorizado o início da prova, verifique, no **caderno de questões** se a numeração das questões e a paginação estão corretas.
- Você dispõe de 4 (quatro) horas para fazer a Prova Objetiva. Faça-a com tranquilidade, mas **controle o seu tempo**. Este **tempo** inclui a marcação do **cartão de respostas**.
- Após o início da prova, será efetuada a coleta da impressão digital de cada candidato (Edital 02/2006 – Subitem 8.8 alínea **a**).
- **Não** será permitido ao candidato copiar seus assinalamentos feitos no **cartão de respostas**. (Edital 02/2006 – subitem 8.8 alínea **e**).
- Somente após decorrida uma hora do início da prova, o candidato poderá entregar seu **cartão de respostas** da Prova Objetiva e retirar-se da sala de prova (Edital 02/2006 – Subitem 8.8 alínea **c**).
- Somente será permitido levar seu **caderno de questões** ao final da prova, desde que permaneça em sala até este momento (Edital 02/2006 – Subitem 8.8 alínea **d**).
- Após o término de sua prova, entregue obrigatoriamente ao fiscal o **cartão de respostas** devidamente **assinado**.
- Os 3 (três) últimos candidatos de cada sala só poderão ser liberados juntos.
- Se você precisar de algum esclarecimento, solicite a presença do **responsável pelo local**.

### INSTRUÇÕES - PROVA OBJETIVA

- Verifique se os seus dados estão corretos no **cartão de respostas**. Solicite ao fiscal para efetuar as correções na Ata de Aplicação de Prova.
- Leia atentamente cada questão e assinale no **cartão de respostas** a alternativa que mais adequadamente a responde.
- O **cartão de respostas NÃO** pode ser dobrado, amassado, rasurado, manchado ou conter qualquer registro fora dos locais destinados às respostas.
- A maneira correta de assinalar a alternativa no **cartão de respostas** é cobrindo, fortemente, com caneta esferográfica azul ou preta, o espaço a ela correspondente, conforme o exemplo a seguir:



### CRONOGRAMA PREVISTO

ATIVIDADE	DATA	LOCAL
Divulgação do gabarito - Prova Objetiva (PO)	02/05/2006	www.nce.ufrj.br/concursos
Interposição de recursos contra o gabarito (RG) da PO	03 e 04/05/2006	NCE/UFRJ
Divulgação do resultado do julgamento dos recursos contra os RG da PO e o resultado final das PO	17/05/2006	www.nce.ufrj.br/concursos

Demais atividades consultar Manual do Candidato ou pelo endereço eletrônico [www.nce.ufrj.br/concursos](http://www.nce.ufrj.br/concursos)

LÍNGUA PORTUGUESA

**TEXTO – A ENERGIA E OS CICLOS INDUSTRIAIS**  
**Demétrio Magnoli e Regina Araújo**

No decorrer da história, a ampliação da capacidade produtiva das sociedades teve como contrapartida o aumento de consumo e a contínua incorporação de novas fontes de energia. Entretanto, até o século XVIII, a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia foram lentos e descontínuos.

A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama. Os ciclos iniciais de inovação tecnológica da economia industrial foram marcados pela incorporação de novas fontes de energia: assim, o pioneiro ciclo hidráulico foi sucedido pelo ciclo do carvão, que por sua vez cedeu lugar ao ciclo do petróleo.

Em meados do século XIX, as invenções do dínamo e do alternador abriram o caminho para a produção de eletricidade. A primeira usina de eletricidade do mundo surgiu em Londres, em 1881, e a segunda em Nova York, no mesmo ano. Ambas forneciam energia para a iluminação. Mais tarde, a eletricidade iria operar profundas transformações nos processos produtivos, com a introdução dos motores elétricos nas fábricas, e na vida cotidiana das sociedades industrializadas na qual foram incorporados dezenas de eletrodomésticos.

Nas primeiras décadas do século XX, a difusão dos motores a combustão explica a importância crescente do petróleo na estrutura energética dos países industrializados. Além de servir de combustível para automóveis, aviões e tratores, ele também é utilizado como fonte de energia nas usinas termelétricas e, ainda, é matéria-prima para muitas indústrias químicas. Desde a década de 1970, registrou-se também aumento significativo na produção e consumo de energia nuclear nos países desenvolvidos.

Nas sociedades pré-industriais, entretanto, os níveis de consumo energético se alteraram com menor intensidade, e as fontes energéticas tradicionais – em especial a lenha – ainda são predominantes. Estima-se que o consumo de energia comercial *per capita* no mundo seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano, mas esse número significa muito pouco: um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitantes em Bangladesh e 0,36 no Nepal.

Os países da OCDE, que possuem cerca de um sexto da população mundial, são responsáveis por mais da metade do consumo energético global. Os Estados Unidos, com menos de 300 milhões de habitantes, consomem quatro vezes mais energia do que o continente africano inteiro, onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas.

**01** – O título do texto inclui dois termos: energia / ciclos industriais. A relação que se estabelece, no texto, entre esses dois termos é:

- (A) os diferentes ciclos industriais foram progressivamente acoplados a novas tecnologias de geração de energia;
- (B) as novas fontes de energia foram progressivamente sendo substituídas em função de seu progressivo esgotamento causado pelos ciclos industriais;
- (C) os diferentes ciclos industriais foram a consequência inevitável de mudanças na vida social, como a grande profusão de eletrodomésticos;
- (D) a criação de novas fontes de energia fizeram aparecer novas necessidades no corpo social;
- (E) os ciclos industriais tornaram a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias lentos e descontínuos.

**02** – “No decorrer da história...”; essa expressão equivale semanticamente a:

- (A) com o advento dos tempos históricos;
- (B) ao longo da história humana;
- (C) após o surgimento da História;
- (D) antes do início da História;
- (E) depois dos tempos históricos.

**03** – Ao dizer que a ampliação da capacidade produtiva das sociedades teve como contrapartida o aumento de consumo e a contínua incorporação de novas fontes de energia, o autor do texto quer dizer que os dois últimos elementos funcionam, em relação ao primeiro, como:

- (A) oposição;
- (B) comparação;
- (C) resultado;
- (D) reação;
- (E) compensação.

**04** – As alternativas abaixo apresentam adjetivos do texto; a alternativa em que os substantivos correspondentes a esses adjetivos podem ser formados com a mesma terminação é:

- (A) produtiva – contínua – novas;
- (B) lentos – descontínuos – iniciais;
- (C) pioneiro – produtivos – elétricos;
- (D) industrializadas - crescente – energética;
- (E) significativo – desenvolvidos – tradicionais.

05 – “A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama”; a forma de reescrever essa mesma frase que altera o seu sentido original é:

- (A) A Revolução Industrial alterou esse panorama substancialmente;
- (B) Esse panorama foi substancialmente alterado pela Revolução Industrial;
- (C) Esse panorama, a Revolução Industrial o alterou substancialmente;
- (D) A Revolução Industrial causou a alteração substancial desse panorama;
- (E) A alteração substancial desse panorama causou a Revolução Industrial.

06 – “A Revolução Industrial alterou substancialmente esse panorama”; esse panorama a que se refere a frase é:

- (A) o da ampliação da capacidade produtiva das sociedades;
- (B) o aumento do consumo e a incorporação de novas fontes;
- (C) a evolução do consumo e o aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia;
- (D) o ritmo lento e descontínuo da evolução do consumo e do aprimoramento de novas tecnologias de geração de energia;
- (E) a ausência de novas tecnologias de geração de energia.

07 – A alternativa em que o antecedente do pronome sublinhado NÃO está corretamente indicado é:

- (A) “assim, o pioneiro ciclo hidráulico foi sucedido pelo ciclo do carvão, que por sua vez cedeu lugar ao ciclo do petróleo” = o pioneiro ciclo hidráulico;
- (B) “com a introdução dos motores elétricos nas fábricas, e na vida cotidiana das sociedades industrializadas na qual foram incorporados dezenas de eletrodomésticos” = vida cotidiana;
- (C) “Os países da OCDE, que possuem cerca de um sexto da população mundial” = países da OCDE;
- (D) “Além de servir de combustível para automóveis, aviões e tratores, ele também é utilizado como fonte de energia” = petróleo;
- (E) “consomem quatro vezes mais energia do que o continente africano inteiro, onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas” = continente africano.

08 – Apesar de ser um texto informativo, há certas quantidades no texto que são expressas sem precisão absoluta; assinale a EXCEÇÃO:

- (A) “onde vivem cerca de 890 milhões de pessoas”;
- (B) “o consumo de energia *per capita* seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo”;
- (C) “que possuem cerca de um sexto da população mundial”;
- (D) “8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh e 0,36 no Nepal”;
- (E) “os Estados Unidos, com menos de 300 milhões de habitantes”.

09 – O texto se estrutura prioritariamente:

- (A) pela relação de causa e consequência;
- (B) pelo comparação entre várias épocas;
- (C) pela evolução cronológica de fatos;
- (D) pela noção de progresso e atraso;
- (E) pela oposição entre países ricos e pobres.

10 – No terceiro parágrafo do texto aparece a frase “Ambas forneciam energia para a iluminação”; pode-se inferir dessa frase que:

- (A) as usinas referidas forneciam eletricidade para toda a indústria da época;
- (B) as usinas citadas iluminavam as cidades inglesas e americanas, respectivamente;
- (C) as usinas citadas só produziam energia para iluminação;
- (D) as usinas forneciam eletricidade para as indústrias e também para a iluminação;
- (E) as usinas eram tremendamente atrasadas para a época em que surgiram.

11 – *Norte-americano* e *matéria-prima*, dois vocábulos presentes no texto, fazem corretamente como plural:

- (A) norte-americanos / matéria-primas;
- (B) norte-americanos / matérias-primas;
- (C) nortes-americanos / matérias primas;
- (D) nortes-americanos / matérias-prima;
- (E) nortes-americanos / matéria-primas.

12 – A alternativa em que o elemento sublinhado indica o agente e não o paciente do termo anterior é:

- (A) “a importância crescente do petróleo”;
- (B) “a ampliação da capacidade produtiva”;
- (C) “a contínua incorporação de nova fontes de energia”;
- (D) “o aprimoramento de novas tecnologias”;
- (E) “as invenções do dínamo e do alternador”.

13 – O penúltimo parágrafo do texto fala de “sociedades pré-industriais”; pode-se depreender do texto que essas sociedades são as que:

- (A) existiram antes da Revolução Industrial;
- (B) reagem contra a poluição energética;
- (C) se caracterizam pelo atraso industrial;
- (D) só consomem energia natural;
- (E) destroem a cobertura vegetal do planeta.

14 – “Estima-se que o consumo de energia comercial *per capita* no mundo seja de aproximadamente 1,64 toneladas equivalentes de petróleo (TEP) por ano, mas esse número significa muito pouco: um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitantes em Bangladesh e 0,36 no Nepal”; o número citado é muito pouco porque:

- (A) há uma enorme quantidade de energia produzida e não consumida;
- (B) há países que se negam a destruir ecologicamente o meio ambiente;
- (C) poderia haver um consumo bastante menor;
- (D) alguns países têm pouco consumo de energia, se comparado ao dos EUA;
- (E) nos países industrializados o consumo é bastante grande.

15 – A expressão *per capita* na frase “o consumo de energia comercial *per capita* no mundo” significa:

- (A) por capital de cada país;
- (B) por cidade importante de cada país;
- (C) por grupo humano identificado;
- (D) por unidade monetária de cada país;
- (E) por cada indivíduo.

16 – O último parágrafo do texto tem por finalidade mostrar:

- (A) que os maiores consumidores de energia são os países menos populosos do planeta;
- (B) que há uma enorme desproporção de riqueza se observarmos a distribuição do consumo de energia no mundo;
- (C) que o continente africano é a região do planeta onde se preserva mais o ambiente natural;
- (D) que os EUA consomem injustamente a energia que deveria ser consumida por países bem mais pobres;
- (E) que os EUA são autoritários e tirânicos em relação aos países africanos.

17 – O fato de os EUA serem um país de alto consumo de energia mostra que:

- (A) os países mais ricos consomem mais energia do que a necessária;
- (B) os países mais pobres devem cobrar nas cortes internacionais o direito à energia;
- (C) há uma relação entre riqueza, industrialização e consumo de energia;
- (D) os países de grande injustiça social são os mais industrializados do globo;
- (E) os países mais pobres são os que mais utilizam as fontes naturais de energia.

18 – Ao dizer que um norte-americano consome “em média” 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh, com a expressão “em média”, o autor do texto quer dizer que:

- (A) às vezes consomem mais, às vezes consomem menos;
- (B) sempre consomem mais que nos países pobres;
- (C) o total de energia consumida é dividido entre todos os norte-americanos;
- (D) a energia consumida é dividida matematicamente entre aqueles que a consomem;
- (E) na maior parte dos habitantes, o consumo de energia atinge o nível indicado.

19 – A alternativa em que o vocábulo sublinhado tem seu valor semântico ERRADAMENTE indicado é:

- (A) “Entretanto, até o século XVIII” = oposição;
- (B) “assim, o pioneiro ciclo hidráulico” = modo;
- (C) “surgiu em Londres” = lugar;
- (D) “em 1881” = tempo;
- (E) “Mais tarde” = tempo.

20 – “um norte-americano consome anualmente, em média, 8 TEPs contra apenas 0,15 consumidos por habitante em Bangladesh e 0,36 no Nepal”; nesse segmento do texto a presença do vocábulo sublinhado indica que:

- (A) o consumo de energia nos países citados está de acordo com seu desenvolvimento industrial;
- (B) Bangladesh e Nepal consomem menos energia que os EUA;
- (C) só nos locais citados o consumo de energia é tão baixo;
- (D) o consumo em Bangladesh é ainda inferior que ao do Nepal;
- (E) o autor considera, nesse caso, o consumo de energia bastante baixo.

LÍNGUA INGLESA

READ TEXT I AND ANSWER QUESTIONS 21 TO 24:

TEXT I

**Brazil poised to join the world's nuclear elite**

By Jack Chang  
Knight Ridder Newspapers

RIO DE JANEIRO, Brazil - While the world community scrutinizes Iran's nuclear plans, Latin America's biggest country is weeks away from taking a controversial step and firing up the region's first major uranium enrichment plant.

5 That move will make Brazil the ninth country to produce large amounts of enriched uranium, which can be used to generate nuclear energy and, when highly enriched, to make nuclear weapons.

Brazilians, who have long nurtured hopes of becoming a  
10 world superpower, are reacting with pride to the new facility in Resende, about 70 miles from Rio de Janeiro.

Other countries enriching uranium on an industrial scale are the United States, the United Kingdom, France, Germany, the Netherlands, Russia, China and Japan.

15 The plant initially will produce 60 percent of the nuclear fuel used by the country's two nuclear reactors. A third reactor is in the planning stages. The government hopes to increase production eventually to meet all of the reactors' needs and still have enough to export, Brazilian officials said.

20 Unlike Iran, Brazil is considered a good global citizen that isn't seeking nuclear weapons, although its military ran a secret program to develop a nuclear weapon as recently as the early 1990s.

Still, some U.S. observers fear Brazil's program will  
25 encourage more countries to make nuclear fuel, raising the danger of nuclear weapons proliferation.

(adapted from <http://www.realcities.com/mld/krwashington/13842944.htm>)

21 – The title points at Brazil's:

- (A) readiness;
- (B) disadvantage;
- (C) pretence;
- (D) limitation;
- (E) provocation.

22 – The US observers' attitude is one of:

- (A) encouragement;
- (B) mistrust;
- (C) praise;
- (D) rejection;
- (E) denial.

23 – As far as enriching uranium is concerned, Brazilians seem to be:

- (A) wary;
- (B) critical;
- (C) willing;
- (D) reticent;
- (E) outraged.

24 - **seeking** in "Brazil is considered a good global citizen that isn't seeking nuclear weapons, ..." (1.22) can be replaced by:

- (A) looking up;
- (B) looking after;
- (C) looking for;
- (D) looking out;
- (E) looking up to.

READ TEXT II AND ANSWER QUESTIONS 25 TO 30:

TEXT II

This article appeared in the *February 24, 2006 issue of Executive Intelligence Review*.

**A Renaissance in Nuclear Power Is Under Way Around the World**

by Marsha Freeman

On virtually every continent of the world, nations are making the determination that "the future is nuclear." In an article with that title, printed by United Press International on Feb. 13, Russian Academician and renowned physicist Yevgeny  
5 Velikhov stated; "Nuclear power engineering is capable of reassuring all those who are not certain about having sufficient energy today and tomorrow. There is no doubt it is the only source of energy that can ensure the world's steady development in the foreseeable future. Today, this fact is  
10 understood not only by physicists, but also by politicians, who have to accept it as an axiom.... Thank God, today's world compels politicians to think about the future."

The dramatic shift in international energy policy that is under way, is evident in nations that had expansive nuclear power  
15 generation programs in the past, but abandoned them, as well as those that had tried, but until now, had not been allowed to succeed, in going nuclear.

([http://www.larouchepub.com/other/2006/3308nuclear\\_revival.html](http://www.larouchepub.com/other/2006/3308nuclear_revival.html))

25 – The title implies that nuclear power is being:

- (A) reappraised;
- (B) regulated;
- (C) rebuffed;
- (D) rejected;
- (E) reduced.

26 - Velikhov's statement is:

- (A) contradictory;
- (B) startling;
- (C) uncompromising;
- (D) supportive;
- (E) misleading.

27 - The underlined word in "today's world compels politicians to think about the future." (1.12) means:

- (A) hinders;
- (B) allows;
- (C) advises;
- (D) halts;
- (E) urges.

28 - "The dramatic shift in international energy policy ..." (1.13) refers to the:

- (A) new police force being implemented;
- (B) surprising change in political attitude;
- (C) gradual acceptance of new principles;
- (D) deep concern for the world's future;
- (E) balanced sharing of energy forces.

29 - **abandoned** in "but abandoned them" (1.15) suggests that the nations mentioned gave the plans:

- (A) up;
- (B) in;
- (C) out;
- (D) away;
- (E) back.

30 - The underlined expression in "but until now" (1.16) can be replaced by:

- (A) now and then;
- (B) at last;
- (C) by then;
- (D) at least;
- (E) so far.

ENGENHEIRO (METALÚRGICO)

**31** - Um aço com 0,29%C (teor em peso) recozido apresenta à temperatura ambiente microestrutura constituída de ferrita e perlita. Considerando o teor em peso de carbono do ponto eutetóide no diagrama de equilíbrio Fe-C como sendo 0,77% e o limite de solubilidade do carbono na ferrita à temperatura ambiente como sendo 0,02% (teor em peso), então a quantidade (teor em peso) de perlita que o aço em questão tem à temperatura ambiente é:

- (A) 30%;
- (B) 32%;
- (C) 34%;
- (D) 36%;
- (E) 38%.

**32** - A posição das curvas de resfriamento contínuo dos aços baixa e média liga é influenciada:

- (A) pela composição química e pela espessura deles;
- (B) pela velocidade de resfriamento e pela espessura deles;
- (C) pela composição química e pela velocidade de resfriamento deles;
- (D) pelo tamanho de grão e pela espessura deles;
- (E) pela composição química e pelo tamanho de grão deles.

**33** - O enxofre (teor em torno de 0,3%), o níquel (teor em torno de 5%), o silício (teor em torno de 3%) e o tungstênio (teor em torno de 18%) são empregados, respectivamente, nos aços:

- (A) de usinagem (corte) fácil, criogênicos, para fins elétricos e magnéticos, rápidos para ferramentas;
- (B) para fins elétricos e magnéticos, de usinagem (corte) fácil, rápidos para ferramentas e criogênicos;
- (C) de usinagem (corte) fácil, para fins elétricos e magnéticos, criogênicos e rápidos para ferramentas;
- (D) criogênicos, rápidos para ferramentas, para fins elétricos e magnéticos e de usinagem (corte) fácil;
- (E) criogênicos, rápidos para ferramentas, de usinagem (corte) fácil e para fins elétricos e magnéticos.

**34** - Ao se comparar os tratamentos térmicos de normalização e de recozimento pleno dos aços carbono, é correto afirmar que:

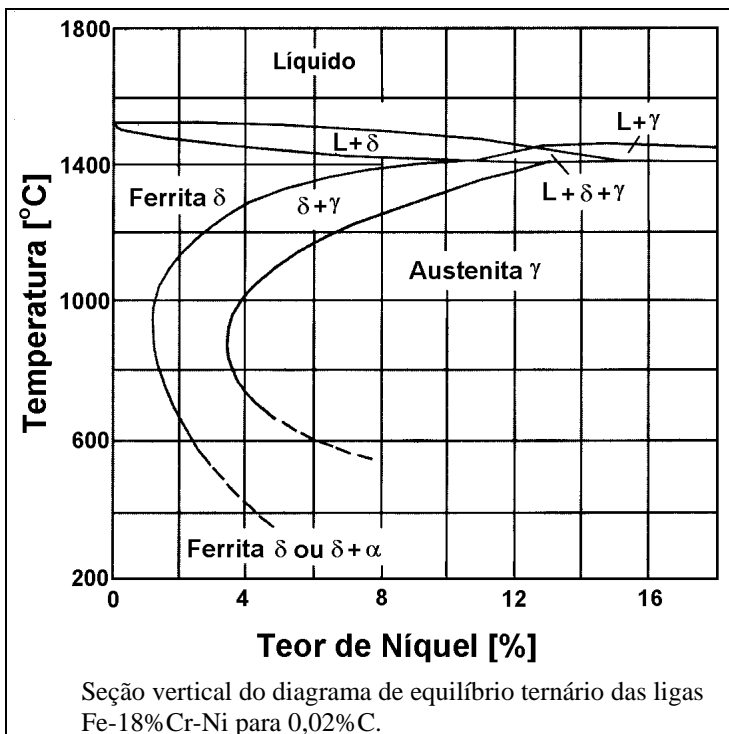
- (A) no caso dos aços hipoeutetóides, o recozimento pleno visa obter ferrita pró-eutetóide equiaxial fina e perlita com pequeno espaçamento interlamelar (perlita fina), enquanto que na normalização o objetivo é obter ferrita pró-eutetóide equiaxial relativamente grosseira e perlita com grande espaçamento interlamelar (perlita grossa);
- (B) no caso dos aços hipereutetóides, o recozimento pleno visa impedir a formação de uma rede contínua de carbonetos no contorno de grão, aglomerando ou esferoidizando a cementita pró-eutetóide, enquanto que na normalização deseja-se não só refinar a microestrutura, como também dissolver carbonetos ou rede de carbonetos no contorno de grão, melhorando o comportamento dos aços nos tratamentos térmicos de esferoidização ou de têmpera posteriores;
- (C) no caso dos aços hipoeutetóides, a temperatura de recozimento pleno varia com o teor de carbono do aço, é pouco maior que  $A_3$  e pouco maior que a temperatura de normalização, que também varia com o teor de carbono do aço;
- (D) no caso dos aços hipereutetóides, a temperatura de recozimento pleno não varia com o teor de carbono do aço, é pouco maior que  $A_1$  e bem menor que a temperatura de normalização, que varia com o teor de carbono do aço e é pouco menor que  $A_{cm}$ ;
- (E) a homogeneização dos aços no recozimento pleno é maior que na normalização, pois neste tratamento térmico os aços resfriam ao ar e naquele, no forno.

**35** - Três peças com geometrias idênticas são fabricadas com um aço cuja composição química é 0,74%C; 0,37%Mn; 0,145%Si; 0,039%S e 0,044%P. Após isso, uma peça é submetida a tratamento térmico de martêmpera, outra de austêmpera e outra de têmpera convencional (resfriamento contínuo e mais rápido até a temperatura ambiente do que o resfriamento da martêmpera e da austêmpera) seguida de revenido. É correto afirmar que:

- (A) a peça submetida a martêmpera pode conter austenita retida ou bainita em sua microestrutura;
- (B) se a dureza da peça temperada e revenida for igual à dureza da peça austemperada, então a tenacidade da peça temperada e revenida é menor que a tenacidade da peça austemperada;
- (C) ao contrário da peça submetida a martêmpera, à peça austemperada é permitido formar no resfriamento produtos de elevada temperatura de transformação, como perlita fina, por exemplo;
- (D) as peças submetidas a tratamento térmico de martêmpera e de austêmpera são mais susceptíveis ao trincamento e à distorção durante o tratamento térmico que a peça temperada convencionalmente;
- (E) a peça submetida a austêmpera pode conter austenita retida ou bainita em sua microestrutura.

**36** - Três amostras com dimensões de 20mm x 20mm x 5mm de um aço com 0,02%C; 18%Cr e 8%Ni (restante ferro) são submetidas a três diferentes tratamentos, conforme descrito a seguir.

- Amostra 1: recozimento seguido de redução em 50% da espessura à temperatura ambiente.
- Amostra 2: recozimento seguido de resfriamento em nitrogênio líquido (-196°C).
- Amostra 3: resfriamento a partir de 1400°C (campo 100% ferrítico, como se constata no diagrama de equilíbrio a seguir) em água a 27°C.



Ao se observar as microestruturas das amostras à temperatura ambiente, verifica-se que:

- (A) a amostra 1 não tem martensita;
- (B) a amostra 2 não tem martensita;
- (C) a amostra 3 tem martensita;
- (D) as amostras 1 e 2 têm martensita;
- (E) as amostras 2 e 3 têm martensita.

**37** - O aço com 0,03%C; 0,10%Mn; 0,10%Si; 0,01%P; 0,01%S; 18%Ni; 8%Co; 5%Mo; 0,5%Ti; 0,15%Al e restante ferro é endurecido por precipitação de uma estrutura martensítica. Esse material é:

- (A) um aço para mola;
- (B) um aço “Hadfield” resistente ao desgaste;
- (C) um aço “maraging” ultra-resistente com elevada ductilidade;
- (D) um aço resistente ao calor (refratário) projetado para operar a temperaturas maiores que 500°C;
- (E) um aço gráfico resistente ao desgaste e com boa usinabilidade.

**38** - Uma liga Ti-5%Al-2,5%Sn e outra Ti-6%Al-4%V são fabricadas de maneira a apresentarem as maiores resistências mecânicas à tração possíveis. Supondo-se que elas sejam ligas comerciais e que contenham a mesma quantidade de impurezas, como C, H, O e N, é correto afirmar que aquela que tem maior resistência mecânica à tração é a liga:

- (A) Ti-6%Al-4%V, pois ela está envelhecida (temperada e revenida);
- (B) Ti-5%Al-2,5%Sn, pois ela está envelhecida;
- (C) Ti-5%Al-2,5%Sn, pois ela foi temperada e contém estrutura 100% martensítica;
- (D) Ti-5%Al-2,5%Sn, pois ela foi submetida a tratamento térmico de recozimento dúplex;
- (E) Ti-6%Al-4%V, pois ela foi temperada e contém estrutura 100% martensítica.

**39** - Observe as composições químicas (teores em peso) das ligas de níquel apresentadas a seguir e assinale qual das afirmativas abaixo está correta:

- Waspaloy: 0,07%C; 19%Cr; 14%Co; 3%Mo; 1,3%Al; 3%Ti; 0,1%Zr e restante Ni;
- Udimet 700: 0,10%C; 15%Cr; 19%Co; 5,2%Mo; 4,3%Al; 3,5%Ti; 0,02%B e restante Ni;
- Inconel 718: 0,05%C; 18%Cr; 3%Mo; 0,6%Al; 0,9%Ti; 18%Fe; 5%Nb e restante Ni;
- Inconel 600: 0,08%C; 16%Cr; 0,5%Mn; 0,2%Si; 0,2%Cu; 8%Fe e restante Ni;
- Mar-M200: 0,15%C; 9%Cr; 10%Co; 12%W; 5%Al; 2%Ti; 1%Nb; 2%Hf e restante Ni;
- Hasteloy X: 0,10%C; 22%Cr; 1%Co; 9%Mo; 0,5%W; 19%Fe; 1%Mn e restante Ni.

- (A) só as ligas Udimet 700 e Mar-M200 são envelhecíveis e formam o precipitado  $\gamma'$ ;
- (B) só as ligas Inconel 600 e Hasteloy X são envelhecíveis;
- (C) só as ligas Inconel 600 e Inconel 718 são envelhecíveis;
- (D) a liga Waspaloy não é envelhecível;
- (E) a liga Inconel 718 é envelhecível e forma o precipitado  $\gamma''$ .



40 - Em um determinado instante de um processo de deformação plástica de um sólido plástico ideal, homogêneo e isotrópico, são conhecidos os valores das seguintes componentes principais das tensões e dos incrementos de deformação verdadeira:

$$\sigma_1 = 50\text{MPa}, \sigma_2 = 100\text{MPa}, d\varepsilon_1 = 0,01 \text{ e } d\varepsilon_2 = 0.$$

Os valores de  $\sigma_3$  e de  $d\varepsilon_3$  são, respectivamente:

- (A) 50MPa e 0,01;
- (B) 75MPa e -0,01;
- (C) 75MPa e 0,01;
- (D) 150MPa e -0,01;
- (E) 150MPa e 0,01.

41 - Um conjunto de cilindros com diâmetro  $d_0$  e altura  $h_0$  foi obtido a partir de barras de aço ABNT-1020 produzidas por laminação a quente. Estes cilindros são submetidos a operação de recalque à temperatura ambiente, ou seja, são comprimidos entre matrizes planas de maneira a reduzir sua altura. O processo é interrompido ao se observar o aparecimento de trincas na superfície lateral, quando é anotada a redução percentual de altura atingida, definida por  $r_h = 100 \cdot (h_0 - h_f) / h_0$ , onde  $h_f$  é a altura final. Indique a afirmação correta:

- (A) maiores valores de  $r_h$  serão obtidos quando forem utilizadas matrizes com maior rugosidade;
- (B) maiores valores de  $r_h$  serão obtidos se os cilindros de aço forem previamente temperados e revenidos em vez de serem processados sem qualquer tratamento;
- (C) maiores valores de  $r_h$  serão obtidos para cilindros com maiores valores da razão  $h_0/d_0$ , desde que não ocorra flambagem;
- (D) maiores valores de  $r_h$  serão obtidos quando as superfícies laterais dos cilindros forem previamente submetidas a um endurecimento superficial por jateamento com granalha;
- (E) os valores de  $r_h$  obtidos não serão influenciados pelas condições de processamento, pois se situarão em torno de um valor médio, o qual está relacionado com a ductilidade apresentada tipicamente pelo aço ABNT-1020 quando produzido por laminação a quente.

42 - Sejam os seguintes processos de fundição: fundição em areia-verde (aglomerante principal argila); fundição em areia resina (cura a frio); fundição “shell moulding” (também denominada processo shell); fundição centrífuga (empregada, por ex., na produção de tubos sem costura); fundição sob pressão (também denominada “injeção” ou “die casting”); fundição em moldes permanentes (empregada, por ex., na produção de aros de roda) e microfusão (também denominada “fundição de precisão” ou “cera perdida”). Os dois processos que apresentam maiores capacidades de preenchimento de seções finas e precisão dimensional são a:

- (A) microfusão e fundição sob pressão;
- (B) fundição em areia-verde e fundição sob pressão;
- (C) fundição em areia resina e fundição “shell moulding”;
- (D) fundição em moldes permanentes e fundição em areia resina;
- (E) fundição em areia-verde e microfusão.

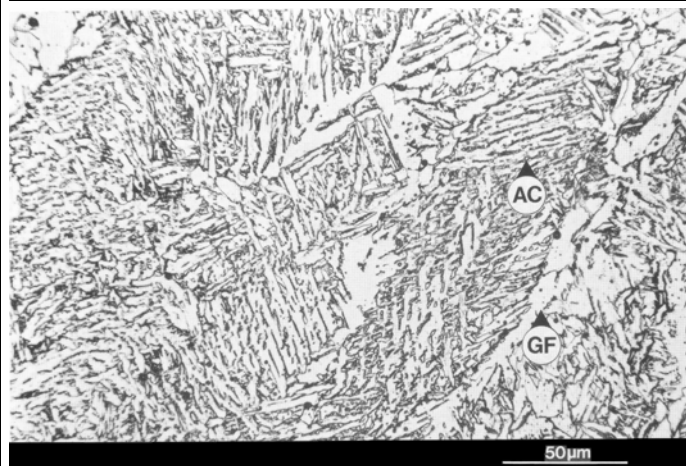
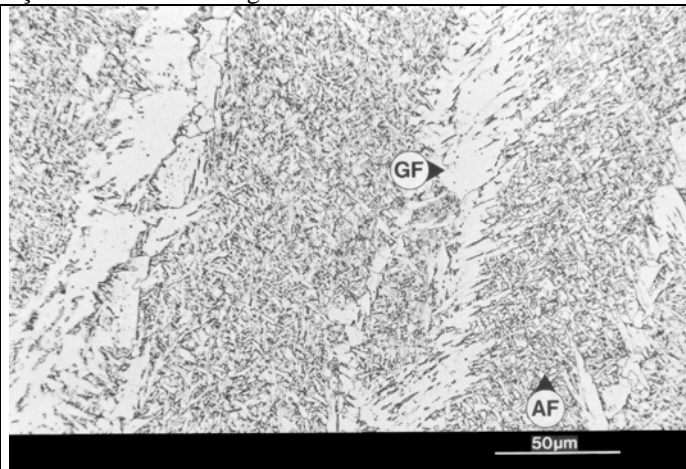
43 - O papel do silício como elemento de liga em ferros fundidos é:

- (A) estabilizar a fase cementita, aumentando a resistência mecânica do ferro fundido;
- (B) estabilizar a fase cementita, gerando um ferro fundido com estrutura branca;
- (C) neutralizar o efeito do carbono adicionado à liga, aumentando a resistência mecânica do ferro fundido;
- (D) diminuir o intervalo entre os eutéticos estável e metaestável, garantindo uma estrutura branca e resistente ao ferro fundido;
- (E) aumentar o intervalo entre os eutéticos estável e metaestável, garantindo uma estrutura cinzenta ao ferro fundido.

44 - Uma junta de aço foi soldada com um passe com um processo de soldagem a arco elétrico cuja eficiência térmica é 80%. Os parâmetros de soldagem empregados foram: 30V de tensão de arco elétrico, 300A de intensidade de corrente de soldagem e 9mm/s de velocidade de soldagem. O aporte de calor por unidade de comprimento de cordão de solda foi:

- (A) 0,70 kJ/mm;
- (B) 0,75 kJ/mm;
- (C) 0,80 kJ/mm;
- (D) 0,85 kJ/mm;
- (E) 0,90 kJ/mm.

45 - As micrografias apresentadas a seguir mostram os constituintes normalmente encontrados em metais de solda de aços C-Mn ou baixa liga.



Microconstituintes normalmente encontrados em metais de solda de aços C-Mn ou baixa liga: ferrita acicular (AF), ferrita de contorno de grão (GF) e ferrita com segunda fase alinhada (AC).

Com relação à AF, GF e AC, é correto afirmar que:

- (A) a ferrita de contorno de grão, ao contrário da ferrita acicular, é benéfica para a tenacidade desses metais de solda;
- (B) a ferrita de contorno de grão e a ferrita com segunda fase alinhada, ao contrário da ferrita acicular, são benéficas para a tenacidade desses metais de solda;
- (C) a ferrita acicular, assim como a ferrita de contorno de grão, é benéfica para a tenacidade desses metais de solda;
- (D) a ferrita acicular, ao contrário da ferrita de contorno de grão e da ferrita com segunda fase alinhada, é benéfica para a tenacidade desses metais de solda;
- (E) a quantidade de ferrita acicular nesses metais de solda aumenta com o aumento do aporte de calor de soldagem.

46 - Um aço de alta resistência baixa liga é soldado com eletrodo revestido básico e apresenta trinca a frio (trinca por hidrogênio) na zona afetada pelo calor. Uma medida que poderia ser tomada para eliminar esse tipo de trinca é:

- (A) preaquecer o aço antes da soldagem;
- (B) diminuir drasticamente o aporte de calor de soldagem;
- (C) soldar com eletrodo celulósico em vez de eletrodo básico;
- (D) escolher parâmetros de soldagem que resultem em uma junta soldada com um nível mais elevado de tensões residuais trativas na zona afetada pelo calor;
- (E) aumentar a velocidade de resfriamento da junta soldada.

47 - Ao se analisar os tipos de transferência de metal na soldagem MIG/MAG (GMAW – Gas Metal Arc Welding) empregando corrente contínua (não pulsada) e polaridade inversa (eletrodo positivo), verifica-se que:

- (A) a transferência por pulverização axial (spray) não ocorre na soldagem de ligas não ferrosas;
- (B) a transferência por curto-circuito só ocorre quando se emprega 100% de argônio ou hélio como gás de proteção;
- (C) a transferência globular só ocorre quando o gás de proteção tem no mínimo 80% de gás inerte (argônio ou hélio);
- (D) quando se emprega 100% de CO<sub>2</sub> como gás de proteção, a transferência por pulverização axial (spray) é mais adequada para a soldagem de chapas finas que a transferência globular, visto que esta última é realizada com elevada corrente de soldagem e aquela com baixa;
- (E) a transferência por curto-circuito é mais adequada para a soldagem de chapas finas (espessura menor que 3mm) de aço que a transferência por pulverização axial (spray), visto que esta última é realizada com mais alta energia de soldagem do que aquela.

48 - Na soldagem de aços inoxidáveis 18%Cr-8%Ni com eletrodo revestido geralmente se deseja obter entre 5% e 15% de ferrita delta no metal de solda para:

- (A) evitar corrosão intercrystalina;
- (B) evitar corrosão sob tensão;
- (C) evitar trinca a quente de solidificação;
- (D) evitar trinca a frio;
- (E) formar fase sigma.

49 - Observe as composições químicas (teores em peso) das ligas de níquel apresentadas a seguir:

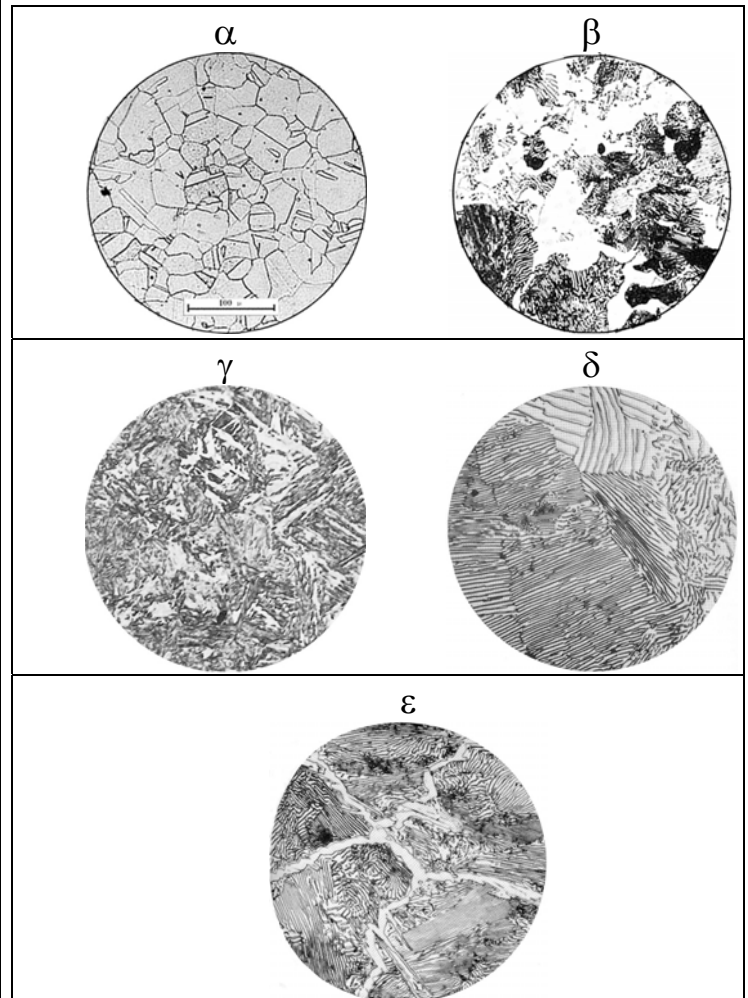
- Waspaloy: 0,07% C; 19% Cr; 14% Co; 3% Mo; 1,3% Al; 3% Ti; 0,1% Zr e restante Ni;
- Udimet 700: 0,10% C; 15% Cr; 19% Co; 5,2% Mo; 4,3% Al; 3,5% Ti; 0,02% B e restante Ni;
- Inconel 718: 0,05% C; 18% Cr; 3% Mo; 0,6% Al; 0,9% Ti; 18% Fe; 5% Nb e restante Ni;
- Inconel 600: 0,08% C; 16% Cr; 0,5% Mn; 0,2% Si; 0,2% Cu; 8% Fe e restante Ni;
- Mar-M200: 0,15% C; 9% Cr; 10% Co; 12% W; 5% Al; 2% Ti; 1% Nb; 2% Hf e restante Ni;
- Hasteloy X: 0,10% C; 22% Cr; 1% Co; 9% Mo; 0,5% W; 19% Fe; 1% Mn e restante Ni.

Quando se solda essas ligas com processo envolvendo arco elétrico, é correto afirmar que:

- (A) a liga Waspaloy é mais susceptível a trinca de reaquecimento (envelhecimento) que a liga Udimet 700;
- (B) a liga Inconel 718 é menos susceptível a trinca de reaquecimento (envelhecimento) que a liga Udimet 700;
- (C) a liga Hasteloy X é susceptível a trinca de reaquecimento (envelhecimento);
- (D) a liga Inconel 600 é susceptível a trinca de reaquecimento (envelhecimento);
- (E) a liga Mar-M200 não é susceptível a trinca de reaquecimento (envelhecimento).

50 - Considere as cinco micrografias apresentadas a seguir, originárias das seguintes ligas ferrosas.

1	Aço 8645 austenitizado, resfriado no forno
2	Aço 1080 normalizado
3	Aço carbono 1,4% C normalizado
4	Aço inoxidável 304 recozido
5	Aço 8645 austenitizado, temperado em óleo e revenido



A seqüência correta é:

	α	β	γ	δ	ε
(A)	3	4	1	5	2
(B)	5	2	3	1	4
(C)	1	3	2	4	5
(D)	4	1	5	2	3
(E)	2	5	4	3	1

**51** - Você recebeu uma peça metálica fraturada para exame e explicação da origem da falha. Suspeita-se de fadiga ou sobrecarga. O procedimento corretamente descrito e que terá, pelas razões mencionadas, a maior utilidade para elucidar a questão é:

- (A) estudar a morfologia da fratura com microscópio eletrônico de varredura (MEV), uma vez que o MEV, como consequência de seu maior poder de aumento, também oferece maior resolução. Este procedimento poderá ser útil apesar da maior dificuldade de preparar uma superfície fraturada para exame no MEV do que no microscópio fotônico;
- (B) preparar a amostra para exame metalográfico no microscópio fotônico (uso de luz visível, microscópio ótico) e estudar a morfologia das trincas e da fratura;
- (C) preparar a amostra para macrografia, e estudá-la com o ensaio de Baumann, uma vez que inclusões são sabidamente nocivas às propriedades mecânicas;
- (D) preparar a amostra para exame metalográfico no microscópio fotônico e avaliar o nível de inclusões por metalografia quantitativa;
- (E) examinar diretamente a superfície fraturada no MEV, estudando a morfologia da fratura e caracterizando eventuais inclusões observadas. O maior poder de resolução do MEV poderá ou não ser relevante para a conclusão desejada.

**52** - A partir de ensaios de fadiga em duas ligas de alumínio estruturais, com diferentes resistências mecânicas em tração, foram obtidas as curvas S-N (curvas de Wohler) das mesmas. A observação dessas curvas mostra que:

- (A) as duas ligas não apresentam limites de fadiga;
- (B) as duas ligas apresentam limites de fadiga definidos;
- (C) os limites de fadiga das duas ligas independem das suas resistências mecânicas;
- (D) os limites de fadiga das duas ligas dependem das suas resistências mecânicas;
- (E) os limites de fadiga das duas ligas dependem da tensão média aplicada nos ensaios.

**53** - O ensaio de impacto Charpy, quando efetuado de forma conveniente, permite:

- (A) determinar a temperatura de transição dúctil-frágil de ligas metálicas estruturais ferrosas e não-ferrosas;
- (B) avaliar a influência da temperatura na transição dúctil-frágil de aços com matriz ferrítica;
- (C) avaliar a influência da temperatura na transição dúctil-frágil de aços com matriz austenítica;
- (D) avaliar a energia absorvida na fratura por clivagem de ligas metálicas não-ferrosas de alumínio e cobre;
- (E) avaliar a influência da profundidade do entalhe na transição dúctil-frágil.

**54** - O ensaio não destrutivo de correntes parasitas permite dimensionar a espessura de revestimentos não metálicos (como plásticos ou polímeros) aplicados sobre substratos metálicos em consequência:

- (A) da variação do “lift-off” no plano de impedâncias;
- (B) da variação da amplitude das correntes parasitas;
- (C) da variação do potencial elétrico do sensor do aparelho;
- (D) do efeito do revestimento na figura de Lisajous;
- (E) da variação da frequência do sinal do aparelho.

**55** - No ensaio por ultra-sons, o fenômeno da zona morta impede a detecção, pelo método pulso-eco, de defeitos próximos à superfície da chapa sob inspeção. Isto pode ser contornado:

- (A) variando-se a frequência de inspeção;
- (B) empregando-se no ensaio transdutores do tipo piezo-compósitos;
- (C) empregando-se no ensaio transdutores do tipo duplo-cristal;
- (D) empregando-se no ensaio transdutores de onda superficial do tipo Rayleigh;
- (E) empregando-se no ensaio sonda do tipo IRIS.

**56** - Dois materiais, M1 e M2, têm seus potenciais de corrosão medidos em água do mar, utilizando-se um eletrodo de referência de calomelano saturado, tendo sido obtidos os seguintes valores: M1= -250mV e M2 = -850mV. A partir dessa informação, pode-se afirmar que:

- (A) o material M2 é mais resistente à corrosão do que o material M1;
- (B) quando os dois materiais forem colocados em contato direto e imersos em água do mar, a taxa de corrosão do material M2 se reduzirá;
- (C) os dois materiais apresentam a mesma resistência à corrosão em água do mar;
- (D) quando os dois materiais forem colocados em contato direto e imersos em água do mar, a taxa de corrosão do material M2 aumentará;
- (E) os dois materiais são inadequados para utilização em água do mar, uma vez que apresentam potenciais de corrosão negativos.

**57** - Um sistema de proteção catódica contra a corrosão do aço carbono consiste em:

- (A) promover uma passivação artificial do aço a ser protegido;
- (B) manter o potencial eletroquímico do aço em contato com o meio corrosivo dentro do domínio de imunidade termodinâmica do ferro;
- (C) eliminar, graças à passagem de uma corrente, os agentes agressivos contidos no meio corrosivo;
- (D) transformar a estrutura a ser protegida em um anodo;
- (E) garantir a polarização da estrutura a ser protegida.

**58** - No que se refere ao processo de sensitização de um aço inoxidável austenítico, pode-se afirmar que:

- (A) a sensitização é um processo que ocorre sempre após a soldagem, sendo independente da composição do aço inoxidável austenítico empregado;
- (B) a sensitização ocorre em maior intensidade em temperaturas acima de 1000°C;
- (C) a sensitização pode ser revertida após a soldagem, caso seja possível realizar um tratamento térmico acima de 1050°C;
- (D) a sensitização está associada à baixa concentração de carbonetos precipitados nos contornos de grão do material;
- (E) a sensitização se torna mais intensa quando se reduz o teor de carbono do aço.

**59** - Uma peça metálica na forma de um eixo, fabricada com aço médio carbono (temperado e revenido), foi submetida a diversos ensaios não destrutivos (END) que não detectaram a presença de trincas nos limites de resolução das técnicas empregadas. Portanto, foi considerado que esta peça encontrava-se isenta de defeitos. Este eixo, quando em serviço, foi submetido a condições de carga que resultavam em tensões de tração e compressão, alternadamente, no tempo. Sabe-se que os valores máximos dessas tensões estavam bem abaixo do valor do limite de escoamento do material, tanto em tração quanto em compressão. Após um tempo de operação correspondente a  $10^8$  ciclos de carregamento, a peça fraturou de modo brusco (catastrófico). A análise com lupa das superfícies de fratura desta peça revelaram uma região brilhante de aproximadamente 10% da superfície de fratura total da peça, de aspecto liso, partindo da superfície da peça e formando um semicírculo. A partir dessa região, irradia-se uma superfície sem brilho que cobre todo o restante da superfície de fratura da peça. Análises em microscópio eletrônico de varredura (MEV) na região correspondente àquela lisa e brilhante, vista com lupa, mostraram a presença de estrias (ondulações) muito finas e regularmente espaçadas; nas demais áreas, a superfície de fratura se caracterizava pela presença do micromecanismo de fratura corresponde ao fenômeno de quase-clivagem e clivagem. Dessa análise global do problema (análises de tensões e da superfície de fratura), pode-se concluir que:

- (A) os dados apresentados acima não permitem fazer qualquer consideração quanto ao comportamento e à classificação do modo de fratura da peça;
- (B) a presença de estrias, verificadas no MEV, é incompatível com a superfície brilhante vista na lupa. A peça não foi adequadamente iluminada na análise com lupa;
- (C) nessa peça, a fratura ocorreu por sobrecarga e que o modo de fratura necessariamente foi dúctil;
- (D) nos aços, o fenômeno de fadiga só poderá ocorrer se o micromecanismo de fratura for do tipo intergranular;
- (E) as análises da superfície de fratura com lupa e MEV permitem afirmar que a peça sofreu inicialmente um processo de fadiga e posteriormente (na instabilidade estrutural) ocorreu fratura frágil.

**60** - Parte de um sistema de tubulação com diâmetro de um metro ( $D = 1,0m$ ) e espessura de doze milímetros ( $t = 12,0mm$ ) está submetida a uma pressão interna local ( $P$ ) que resulta numa tensão circunferencial nominal máxima de 700MPa. Os processos de corrosão atuantes na tubulação causaram o aparecimento de uma trinca nesta parte da tubulação, tal que o plano da trinca encontra-se perpendicular à tensão circunferencial. Essa trinca foi detectada utilizando-se as técnicas de ensaios não-destrutivos (END) em uma revisão periódica do sistema, e a medida da sua dimensão indicou o valor de dois milímetros ( $a = 2,0mm$ ). As análises das condições operacionais da tubulação indicam que a mesma estará sujeita a um ciclo de compressão e decompressão. Portanto, trata-se de um problema de crescimento de trinca por fadiga, e que estes valores das tensões máximas e mínimas configuram uma situação de carga acima do limite de fadiga do material. O material do tubo onde se localiza a trinca é um aço com as seguintes propriedades mecânicas e de tenacidade: Limite de Escoamento = 1420MPa, Limite de Resistência = 1580MPa, e o parâmetro da tenacidade à fratura  $K_{IC} = 87,4MPa\sqrt{m}$ . As análises quanto ao crescimento da trinca relativos à sua geometria e localização na tubulação indicaram que na condição mais crítica (tamanho crítico da trinca) o fator de forma ( $Y$ ) terá o valor de 1,0 ( $Y = 1$ ). A partir dos princípios básicos da Mecânica da Fratura Linear Elástica (MFLE) utilizados nas análises de falha de componentes, a análise do problema leva à seguinte conclusão:

- (A) a espessura do tubo configura uma situação de deformação plana. Portanto, a abordagem do problema utilizando a MFLE é inadequada;
- (B) a trinca detectada por END ( $a = 2,0mm$ ) poderá crescer por fadiga até 2 (duas) vezes em relação ao seu tamanho inicial sem que ocorra fratura da tubulação;
- (C) as tensões cíclicas poderão fazer a trinca crescer inicialmente, mas nunca será alcançado um tamanho de trinca crítico;
- (D) a zona plástica que se forma à frente da trinca inicial não permite que ocorra o seu crescimento posterior por fadiga;
- (E) a trinca inicial não crescerá de tamanho caso cessem os processos de corrosão atuantes na tubulação.



**Núcleo de Computação Eletrônica**  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prédio do CCMN - Bloco C  
Cidade Universitária - Ilha do Fundão - RJ  
Central de Atendimento - (21) 2598-3333  
Internet: <http://www.nce.ufrj.br>