

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT) INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Concurso Público
NÍVEL SUPERIOR

Aplicação: 25/1/2009

CARGO: Tecnologista da Carreira de Desenvolvimento Tecnológico Classe: Tecnologista Sênior Padrão I

MANHÃ

(TS01)

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 1 Ao receber este caderno, verifique se ele contém setenta e cinco itens, correspondentes às provas escritas objetivas, corretamente ordenados de 1 a 75, e dez temas referentes à prova escrita discursiva — devendo seu texto ser escrito com base unicamente no tema sorteado —, acompanhada de espaço 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:

O caminho que desce e o caminho que sobe são os mesmos.

- 3 Caso o caderno esteja incompleto ou tenha qualquer defeito, ou haja divergência quanto ao cargo ou sigla do cargo, registrados nessa capa, no rodapé de cada página numerada deste caderno, na folha de respostas e na folha de texto definitivo da prova escrita discursiva, solicite ao aplicador mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores.
- 4 Não serão distribuídas folhas suplementares para rascunho nem para texto definitivo.
- 5 Não utilize lápis, lapiseira (grafite), borracha e(ou) qualquer material de consulta que não seja fornecido pelo CESPE/UnB.
- 6 Não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização de um aplicador.
- 7 Nos itens das provas objetivas, recomenda-se não marcar ao acaso: cada item cuja resposta divirja do gabarito oficial definitivo receberá pontuação negativa, conforme consta em edital.
- 8 A duração das provas é de **quatro horas e trinta minutos**, já incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas —, ao preenchimento da folha de respostas e à transcrição do texto definitivo da prova escrita discursiva para a folha de texto definitivo.
- 9 Você deverá permanecer obrigatoriamente em sala por, no mínimo, **uma hora** após o início das provas e poderá levar este caderno de provas somente no decurso dos últimos **quinze minutos** anteriores ao horário determinado para o término das provas.
- 10 Ao terminar as provas, chame aplicador mais próximo, devolva-lhe a sua folha de respostas e a sua folha de texto definitivo da prova escrita discursiva e deixe o local de provas.
- 11 A desobediência a qualquer uma das determinações constantes no presente caderno, na folha de respostas ou na folha de texto definitivo da prova escrita discursiva poderá implicar a anulação das suas provas.

AGENDA (datas prováveis)

- I **27/1/2009**, após as 19 h (horário de Brasília) – Gabaritos oficiais preliminares das provas escritas objetivas: Internet — www.cespe.unb.br.
- II **28 e 29/1/2009** – Recursos (provas escritas objetivas): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- III **25/2/2009** – Resultado final das provas escritas objetivas, resultado provisório da prova escrita discursiva e convocação para a prova oral (todos os cargos de Tecnologista) e para a defesa pública de memorial (cargos de Tecnologista Pleno 2, 3 e Sênior): Diário Oficial da União e Internet.
- IV **26 e 27/2/2009** – Recursos (prova escrita discursiva): exclusivamente no Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso, Internet, mediante instruções e formulários que estarão disponíveis nesse sistema.
- V **7 e 8/3/2009** – Realização da prova oral e defesa pública de memorial.

OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o item 12 do Edital n.º 2/2008, de 18/8/2008.
- 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.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

O ciclo Stirling, em função de certas especificidades é uma alternativa importante para missões espaciais. Com referência aos aspectos termodinâmicos desse ciclo, julgue os itens a seguir.

- 26 Um ciclo Stirling reversível que opera entre as temperaturas T_a e T_b , em que $T_a > T_b$, apresentará eficiência térmica exatamente igual à de um ciclo de Carnot que opere nessas mesmas temperaturas.
- 27 No ciclo Stirling, a regeneração de calor ocorre nos processos isobáricos.
- 28 Para aplicações espaciais, uma máquina térmica que opere no ciclo Stirling reversível pode funcionar como um refrigerador e manter um dado componente em temperaturas inferiores a 100 K.
- 29 O desempenho do ciclo Stirling está, em parte, associado aos processos de expansão e compressão que ocorrem isotermicamente.
- 30 Supondo-se que uma fonte quente possa ser mantida a 1.000 °C e que a máquina Stirling (reversível) tenha acesso a um sorvedouro mantido a 100 °C, é correto afirmar que a máxima eficiência térmica dessa máquina não ultrapassaria 66%.

Com relação à Segunda Lei da Termodinâmica e à propriedade termodinâmica derivada dessa lei (entropia), julgue os itens subsequentes.

- 31 Se a entropia de uma substância pura a 20 °C e 1 atm é nula, então a entropia dessa mesma substância em outro estado termodinâmico pode ser estimada por meio de uma expansão ou uma compressão — em sistema fechado e em condições tais que a substância não possa ceder ou receber calor — seguida de um processo isotérmico, na temperatura de referência (20 °C), no qual o calor total trocado é devidamente mensurado. Nessa hipótese, nenhuma outra interação termodinâmica precisa ser avaliada numericamente nessa estimativa.
- 32 Considere que em um diagrama PV , uma linha adiabática intercepta uma dada linha isotérmica em uma região onde o volume é próximo de zero. Nesse ponto, o módulo do coeficiente angular da linha isotérmica é maior que o correspondente da linha adiabática.
- 33 É possível estabelecer uma escala absoluta de temperatura para uma dada substância por meio de linhas isotérmicas e adiabáticas. Nesse caso, em um gráfico cuja ordenada representa as isotérmicas e a abscissa representa uma propriedade termodinâmica apropriada, linhas adiabáticas consecutivas podem ser desenhadas de forma que correspondam à adição de quantidades iguais de calor. Esse método tem como base o estabelecimento de áreas iguais definidas por duas isotérmicas e duas adiabáticas consecutivas.
- 34 De acordo com o enunciado de Kelvin-Planck referente à Segunda Lei da Termodinâmica, os processos irreversíveis são apontados como responsáveis pela impossibilidade de se atingir 100% de eficiência nas máquinas térmicas.
- 35 Há sempre uma correlação conservativa entre a entropia e outras propriedades termodinâmicas e processos termodinâmicos quaisquer.

A forma clássica da Lei de Fourier para um material isotrópico é $q = k\nabla T$, em que q representa o vetor fluxo de calor; ∇T , o gradiente de temperatura; e k , a condutividade térmica do material. Empregando-se esse modelo para o fluxo de calor, a distribuição de temperatura em um material é determinada pela equação de difusão de temperatura, dada por $\rho C_v \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot (k\nabla T) + s$, em que ρ representa a massa específica do material; C_v , o calor específico a volume constante; e s , a razão entre a geração interna de calor e o volume.

Acerca da Lei de Fourier, da equação de difusão de temperatura apresentada acima e de outros tópicos relacionados aos fundamentos de transferência de calor, julgue os itens seguintes.

- 36 Para se empregar corretamente a equação de difusão de temperatura na previsão do campo de temperatura em determinado material, é preciso que este seja considerado homogêneo e isotrópico quanto à condutividade térmica.
- 37 A lei de difusão de temperatura, na forma apresentada, pode ser usada na modelagem de materiais com densidade não-homogênea, isto é, variável no espaço, desde que ρ seja tratada como função da posição.

Com relação a processos genéricos de troca de calor, julgue os itens a seguir.

- 38 Considere que no processo de resfriamento de um determinado corpo, $L = \frac{V}{A}$ seja o comprimento característico determinado pela razão entre o volume V e a área A desse corpo. Nesse caso, sendo o número de Biot, Bi , definido como $Bi = \frac{hL}{k}$, em que h representa o coeficiente de troca convectiva com o meio, e k , a difusividade térmica do material, é correto afirmar que quanto menor for Bi , mais preciso será um modelo de resfriamento que supõe que $\nabla \cdot (k\nabla T) = 0$.
- 39 Considerando-se que, em processos de troca de calor por convecção natural, o número de Grashof seja um grupo adimensional cuja interpretação física é similar à que se dá ao número de Reynolds em fenômenos de troca de calor por convecção forçada, é correto afirmar que quanto maior for o número de Grashof, maior será a importância dos efeitos associados ao empuxo líquido em relação à ação das forças viscosas do escoamento.

RASCUNHO

Com relação aos métodos numéricos, largamente empregados em engenharia, julgue os itens a seguir.

- 40 No método de diferenças finitas para a solução de problemas de transferência de calor, o erro de truncamento é proporcional ao espaçamento dos nós da malha e à magnitude do passo de tempo.
- 41 Quando o número de nós da malha e o passo de tempo aumentam, o erro de truncamento, associado à expansão por séries de Taylor utilizada na aproximação da equação diferencial parcial, decresce e tende a zero no limite.
- 42 Se o número de nós da malha for aumentado para reduzir o erro de truncamento, o correspondente número de equações numéricas a serem resolvidas aumenta, o que também aumenta o custo computacional para a solução do sistema.
- 43 Para se minimizar o erro de truncamento, é preferível construir a malha o mais esparsa possível, de forma que as condições de contorno influenciem rapidamente a solução no interior do domínio físico de interesse.
- 44 Do ponto de vista prático, a melhor opção numérica para a solução de um problema térmico é aquele com balanço adequado entre número de nós da malha e custo computacional.
- 45 O método de Monte Carlo pode ser usado na solução de integrais definidas de uma variável ou mesmo na determinação de áreas delimitadas por curvas complexas; no entanto, para a solução de integrais múltiplas de funções de três ou mais variáveis, métodos convencionais, como a quadratura Gaussiana, são preferíveis ao método de Monte Carlo.

Julgue os seguintes itens, que versam sobre o método dos elementos finitos na solução de problemas físicos.

- 46 O método de elementos finitos é considerado uma importante opção para solução numérica de problemas de transferência de calor. Entre as vantagens dessa técnica incluem-se as malhas utilizadas no método, que podem apresentar centenas de diferentes tipos de elementos.
- 47 Duas abordagens são utilizadas para desenvolver uma solução pelo método dos elementos finitos: a de resíduos ponderados e a variacional de Ritz, sendo esta última a mais utilizada.
- 48 No método de elementos finitos, busca-se uma formulação explícita para as temperaturas, no que se refere a funções conhecidas que satisfaçam a equação diferencial governante. As condições de contorno também são satisfeitas sobre os elementos. Nesse método, a temperatura é uma aproximação da temperatura real; esta é escrita como uma combinação de graus de liberdade e funções de forma, definidas sobre o elemento da malha, e, na maioria dos problemas, funções lineares são suficientes.

Com relação a projetos térmicos de satélite conduzidos por códigos, comerciais ou não, julgue os itens que se seguem.

- 49 O código SINDA/G é aplicado na solução de problemas físicos governados por equações de difusão que possam ser representados por cadeias de condutores e capacitores. Essa limitação do código implica a impossibilidade de se resolver, por meio dele, problemas, em que a troca de calor se dá por convecção, por exemplo.
- 50 Na plataforma SINDA, o processador lê um arquivo de entrada do tipo SINDA, seguindo certas regras, e constrói um executável em linguagem C ou C++. O analista seleciona sub-rotinas da biblioteca SINDA para obter valores específicos de temperatura.
- 51 A plataforma SINDA permite ao usuário incluir a lógica FORTRAN necessária para resolver um problema específico de transferência de calor. O código FORTRAN pode ser adicionado em qualquer bloco de operação SINDA.
- 52 Por meio da plataforma SINDA/G, é possível reduzir a ordem de um sistema de equações para acelerar a convergência. Esse artifício é empregado após se reduzir à metade o erro relativo estabelecido como critério de convergência por meio da integração Newton-Raphson.

Julgue os próximos itens, que se referem a projeto térmico de satélites.

- 53 Variações de temperatura da ordem de 10^{-5} K, em certos dispositivos, podem resultar em deformações térmicas nanométricas que acarretam erros inaceitáveis no posicionamento de elementos ópticos de satélites.
- 54 Os átomos que compõem os elementos ópticos de estruturas aeroespaciais possuem dimensões reduzidas. Isso gera uma dificuldade na manutenção da posição relativa de tais estruturas, que deve ser da ordem de precisão de nanômetros.
- 55 A dificuldade na manutenção da posição relativa de elementos ópticos de estruturas aeroespaciais pode ser contornada por meio do uso de materiais com alto coeficiente de expansão térmica na confecção desses componentes e(ou) da manutenção rigorosa do campo de temperatura na região da estrutura e dos elementos ópticos em um dado valor específico e aproximadamente constante.
- 56 Para conseguir estabilidade na temperatura, muitos projetistas preferem isolar termicamente os componentes e desprezar os efeitos de capacitância e condutância térmica desses materiais, que não são suficientes para amortecer de forma eficiente mudanças de temperatura residual da ordem de 10^{-3} K.
- 57 A fase de definição conceitual é normalmente a primeira do projeto térmico de satélites em que o suporte de engenharia é necessário. Essa fase consiste em um estudo de viabilidade de realização da idéia conceitual. A definição conceitual é feita de forma qualitativa. Ao engenheiro projetista cabe definir e analisar, parametricamente, alternativas para o controle térmico do satélite, considerando os requerimentos específicos de seus elementos tais como: eletrônica embarcada, eletrônica da carga útil, baterias, sensores, sistema de propulsão, antenas, entre outros.

Julgue os itens seguintes quanto à resistência térmica de contato.

- 58** O processo de transferência de calor através da interface entre dois corpos sólidos pode ser modelado de forma geral como a associação em série de três resistências térmicas, relacionadas respectivamente à condução nos pontos de contato efetivo, às trocas radioativas entre as superfícies das microcavidades formadas na interface e à condução através do gás que preenche essas microcavidades.
- 59** Devido às imperfeições, apenas alguns pontos discretos das superfícies planas realmente entram em contato quando duas peças são unidas. Quando se aplica pressão entre as peças, as ondulações mais proeminentes são eliminadas e o fluxo de calor ocorre, em parte, por condução.
- 60** Em regiões onde o contato físico não é efetivo, o calor é transferido apenas por radiação. Esse processo de transferência de calor é evidente quando as peças operam no vácuo.
- 61** Uma junta ou interface térmica é um substrato de material condutor depositado entre duas superfícies para promover o aumento da condutância térmica de contato entre elas em virtude do aumento da área efetiva de troca de calor. O desempenho da junta depende da dureza e da condutância do material que a constitui. Em uma situação ideal, o material da junta deve apresentar menor dureza e maior condutividade em comparação com os materiais das superfícies. A resistência de contato da junta consiste em duas resistências de contato — entre o material do substrato e o das superfícies — associadas em série.

Acerca das técnicas de projeto de satélites artificiais, julgue os itens a seguir.

- 62** Em relação ao método nodal, é correto afirmar que nós aritméticos, com capacitância térmica nula, simulam de forma acurada superfícies próximas da condição de equilíbrio de trocas radioativas.
- 63** O método nodal de modelagem térmica de satélites artificiais e seus componentes baseia-se na subdivisão de um determinado domínio de interesse em nós, representativos de subvolumes desse domínio, ao longo dos quais a temperatura é considerada constante.
- 64** A análise detalhada de projetos térmicos de satélites artificiais baseia-se nos modelos matemáticos geométrico e térmico. O cálculo das interações radioativas entre as superfícies sob análise e o ambiente é realizado usando-se o modelo matemático térmico.

Em relação às técnicas e aos dispositivos empregados para o controle térmico de satélites artificiais, julgue os itens de **65** a **69**.

- 65** O principal tipo de aquecedor elétrico utilizado em satélites artificiais consiste em um circuito elétrico-resistivo revestido por uma camada de um isolante elétrico conhecido como Kapton, que apresenta estabilidade térmica em uma ampla faixa de temperatura e boa resistência ao desgaste mecânico.
- 66** Com a finalidade de se reduzir os custos dos satélites artificiais, os controladores de temperatura do tipo estado sólido vêm sendo substituídos por termostatos convencionais, atualmente fabricados para atender requisitos de confiabilidade cada vez mais rigorosos.

- 67** Tubos de calor são dispositivos utilizados para controlar a temperatura em satélites artificiais que operam sem suprimento de energia elétrica. Esses dispositivos apresentam igual desempenho em ambientes com ou sem gravidade.
- 68** Circuitos de bombeamento capilar são dispositivos passivos, isto é, que dispensam suprimento de energia elétrica, capazes de manter o fluxo de um fluido de trabalho entre dois reservatórios térmicos por meio de gradientes de pressão capilar.
- 69** Exemplos típicos de fluidos de trabalho empregados em tubos de calor são: acetona, água, hidrogênio, metanol e nitrogênio.

Para garantir o sucesso das missões espaciais, os equipamentos e dispositivos em geral são testados exaustivamente em solo. Em relação aos testes térmicos ambientais de satélites e equipamentos espaciais, julgue os itens que se seguem.

- 70** No teste de vácuo térmico, o sistema ou partes dele são submetidos a ciclos de aquecimento e resfriamento em um ambiente sob vácuo. Como os efeitos associados à convecção de calor estão ausentes nesse tipo de teste, avaliações adicionais devem ser realizadas a fim de caracterizar corretamente o ambiente ao qual estará sujeito o dispositivo espacial.
- 71** Testes de balanço térmico são realizados usualmente como parte dos testes de vácuo térmico e visam determinar a correlação entre os modelos térmicos do sistema espacial e o real funcionamento destes quando em operação.
- 72** Em testes de ciclagem térmica, empregados para avaliar ambientes tripulados e a resistência de materiais às tensões térmicas, os sistemas espaciais são submetidos a variações de temperatura entre dois níveis pré-definidos, sem que, no entanto, o ambiente esteja sob vácuo.
- 73** Em testes de queima, que compõem a avaliação de ciclagem térmica, o dispositivo é submetido à ciclagem ou a uma alta temperatura fixa durante o teste de queima. Nesse último caso, o dispositivo deve apenas se manter operacional e testes de desempenho são dispensáveis.
- 74** Em testes de ciclo térmico, submetem-se o dispositivo a ciclos de alta e baixa temperatura em um ambiente de ar atmosférico ou gás nitrogênio. A transferência de calor convectiva é acentuada de modo que o ciclo seja relativamente rápido. A verificação de desempenho é um objetivo secundário conseguido por meio de testes de funcionamento, em patamares de alta e baixa temperatura.
- 75** Testes de equilíbrio térmico são realizados, normalmente, como parte do teste térmico em vácuo de um subsistema ou do próprio satélite. O propósito principal é a verificação dos subsistemas de controle térmico. Testes que simulam condições de vôo são utilizados para obter dados de temperatura, em regime permanente, e também para se verificar, em parte, os códigos computacionais de controle térmico, incluindo operação de aquecedores, dimensionamento de radiadores e caminhos críticos de transferência de calor.

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, que vale **vinte e cinco** pontos, faça o que se pede, usando o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA ESCRITA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não será avaliado fragmento de texto escrito em local indevido**.
- Qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **trinta** linhas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.
- Quando comunicado pelo aplicador o número do tema sorteado, preencha com esse número, obrigatoriamente, o campo denominado TEMA SORTEADO de sua FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA ESCRITA DISCURSIVA e acerca do qual você redigirá a sua PROVA ESCRITA DISCURSIVA.

TEMA 1 - Transferência de calor em satélites artificiais

Em seu texto, inclua, necessariamente, os seguintes aspectos:

- descrição sucinta e esquemas elucidativos das formas de transferência de calor apropriadas ao estudo de satélites artificiais; das condições de contorno aplicáveis em cada caso e das precauções que precisam ser tomadas para o estabelecimento dessas condições de contorno;
- descrição sucinta da importância relativa de cada forma de transferência de calor; associação dessas formas de transferência de calor às diversas localizações do satélite artificial, desde a montagem no foguete até o seu posicionamento em órbita;
- carga térmica em satélites artificiais.

TEMA 2 - Radiação em satélites artificiais

Em seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- fontes e ação da radiação em satélites artificiais;
- formulação matemática da transferência de calor por radiação, incluindo fator de forma;
- exemplo de modelo matemático para cálculo da radiação térmica em um equipamento externo de um satélite artificial.

TEMA 3 - Métodos numéricos em transferência de calor em satélites artificiais

Em seu texto, inclua, necessariamente, os seguintes aspectos:

- identificação dos métodos numéricos para solução de equações diferenciais ordinárias e parciais;
- descrição sucinta de cada um desses métodos e a adequação de cada um deles para a solução numérica de problemas de transferência de calor em satélites artificiais;
- identificação e descrição sucinta de métodos numéricos utilizados no estudo de transferência de calor em satélites artificiais; tipos de dificuldades esperadas quando se estudam as diversas formas de transferência de calor em satélites artificiais e as origens dessas dificuldades.

TEMA 4 - Parâmetros geométricos em transferência de calor em satélites artificiais

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

- procedimentos e esquemas elucidativos para se quantificarem as trocas de calor por radiação em satélites artificiais;
- terminologia usual específica utilizada em problemas desse tipo, com exemplo de cálculo dos parâmetros geométricos;
- programas de computador (*softwares*) que são usualmente licenciados para resolução numérica dos modelos montados para estudo da transferência de calor em satélites artificiais.

TEMA 5 - Roteiro para projeto térmico de satélites artificiais

Em seu texto, inclua, necessariamente, os seguintes aspectos:

- uma lista de itens importantes que devem ser considerados no projeto térmico de um satélite artificial (por exemplo, manutenção de uma faixa de temperatura estabilizada para equipamentos delicados, como os óticos e os eletrônicos);
- a descrição de um procedimento típico de ações visando ao estabelecimento dos requisitos térmicos e sua verificação por meio de simulações numéricas e ensaios em laboratório;
- a identificação das dificuldades usuais encontradas durante a realização das diversas fases do procedimento descrito.

TEMA 6 - Modelo térmico de troca de calor em satélites artificiais

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

- carga térmica e suas origens;
- submodelo ligado a geometrias e submodelo ligado a interfaces e condições de contorno;
- modelo matemático ligado a métodos numéricos e regimes de transferência de calor.

TEMA 7 - Projeto térmico de equipamentos eletrônicos de satélites artificiais

Em seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- descrição de equipamentos eletrônicos usualmente encontrados em satélites artificiais e seus requisitos térmicos;
- esquemas elucidativos que indiquem fontes de carga térmica no equipamento;
- descrição de condições iniciais de contorno, métodos para determinação da distribuição de temperaturas no equipamento, análise e aceitação de resultados.

TEMA 8 - Engenharia de controle térmico de satélites artificiais

Em seu texto, aborde necessariamente, os seguintes aspectos:

- uma descrição sucinta e esquemas elucidativos dos conceitos básicos de transferência de calor, cargas térmicas e suas finalidades;
- projeto térmico;
- meios de controle térmico.

TEMA 9 - Dispositivos utilizados em controle térmico de satélites

Em seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- origem das necessidades de dispositivos para controle térmico de satélites;
- dispositivos usualmente utilizados em controle térmico de satélites;
- descrição sucinta de cada um desses dispositivos.

TEMA 10 - Ensaios térmicos de satélites

Em seu texto, inclua, necessariamente, os seguintes aspectos:

- necessidade de ensaios térmicos e normas usuais;
- projeto de experimento, com resultados de simulações numéricas;
- verificação e validação de modelos térmicos.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	