



# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

## PROVA DISCURSIVA

### TG14

## PROPELENTES PARA USO ESPACIAL (COMBUSTÍVEIS E OXIDANTES, COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS, PROPULSÃO LÍQUIDA) E PROPULSÃO ESPACIAL



#### SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **5 (cinco)** questões discursivas **com as respectivas folhas de rascunho**, você receberá do fiscal de prova as folhas de textos definitivos;



#### TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



#### NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



#### INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas. Caso contrário, **notifique imediatamente o fiscal da sala**, para que sejam tomadas as devidas providências;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher as folhas de textos definitivos;
- Para o preenchimento das folhas de textos definitivos, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Caso você tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em suas folhas de textos definitivos, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- O preenchimento das folhas de textos definitivos é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca de folha de texto definitivo em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas os textos das folhas de textos definitivos;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.
- **Boa prova!**

## Questão 1

---

As normas de gestão da qualidade da família ISO 9000, inicialmente publicadas em 1987, eram subdivididas em três tipos: ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003, de acordo com a natureza das atividades da organização. Desde sua primeira publicação, a norma ISO 9001 passou por várias revisões, culminando na versão mais recente, a ISO 9001:2015. Com base em seus conhecimentos da norma ISO 9001, responda ao que se pede a seguir.

- A) **Identifique quatro principais vantagens para uma empresa ou organização ao adotar um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ISO 9001.**
- B) **Explique por que as normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003, da versão de 1994, foram unificadas em uma única norma, a ISO 9001:2000.**
- C) **Identifique quatro mudanças significativas introduzidas na norma ISO 9001:2015.**

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  
-----

## Questão 2

---

Entre outras atividades, o tecnólogo especialista em propelentes para uso espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) deve realizar experimentos aplicados ao estudo e desenvolvimento de novos propelentes e sistemas propulsivos espaciais. Para tanto, o conhecimento em realização de ensaios e calibração é imprescindível. Para além disso, torna-se necessário adotar procedimentos e normas para garantir, entre outros aspectos, os princípios técnicos e de gestão e a qualidade dos serviços prestados em padrão internacional. Nesse sentido, destaca-se a norma ISO17025, que define requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. Assim, responda ao que se pede a seguir, baseando suas respostas na norma ISO17025.

- A) O tecnólogo responsável pelo laboratório de combustão e propulsão do INPE deve estabelecer, documentar e manter um sistema de gestão capaz de assegurar a qualidade dos resultados obtidos em ensaios e calibração. Para tanto, a norma ISO17025 determina a implementação de um sistema de gestão do laboratório de acordo com duas opções: “A” e “B”. **Caso se opte pelo sistema de gestão “A”, o que esse sistema deve minimamente abordar?**
- B) Durante ensaios com propelentes de sistemas propulsivos para satélites, o tecnólogo deve seguir um método de amostragem. **Qual a importância desse método e o que ele deve descrever? Identifique ainda as informações da amostragem, que fazem parte dos ensaios realizados, para as quais o laboratório deve manter registros.**
- C) **Defina rastreabilidade metrológica e indique por quais meios o laboratório deve assegurá-la ao Sistema Internacional de Unidades.**

- 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

## Questão 3

---

Os controladores do tipo feedback ainda continuam sendo uma das principais ferramentas de controle de processo aplicadas nos mais diferentes setores industriais. Como seu principal representante, o controlador PID (ação proporcional, integral e derivativa), e suas variações, estão amplamente difundidas em diferentes áreas com ótimos resultados. Com relação a esse tipo de controlador (PID), responda ao que se pede a seguir.

- A) Descreva as principais características das três ações presentes no controlador PID, correlacionando-as entre si.
- B) Sabe-se que o sinal de controle de um controlador PID, no domínio de Laplace, pode ser escrito como  $U(s) = K_c \left( 1 + \frac{K_i}{s} + K_d \cdot s \right)$ .  $K_c$ ,  $K_i$ , e  $K_d$  representam os ganhos das ações proporcional, integral e derivativa, respectivamente. Suponha que um sistema controle feedback do tipo servo, utilizando uma variação do controlador PID, possua função de transferência unitária para o atuador e sensor. Considere também que a função de transferência do processo ( $G_P$ ) a ser controlado e do controlador ( $G_c$ ) utilizado seja  $G_P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$  e  $G_c(s) = K_c(1 + s)$ .
- B<sub>1</sub> Baseado nas funções de transferência apresentadas, diga qual o tipo de controlador associado ao processo. Justifique.
- B<sub>2</sub> Considerando que o processo a ser controlado necessite de um controle extremamente preciso, ou seja, sem a presença de offset, esse controlador seria indicado? Justifique.
- C) Baseado no controlador do item (B), explique como a sintonia de  $K_c$ , ou seja, como a variação do ganho proporcional, afeta a resposta do processo e indique se esse comportamento da resposta está de acordo com o tipo de controlador utilizado. Justifique. Para justificar sua resposta, considere as funções das ações de controle presentes no controlador. Considere também que a equação característica de um processo de segunda ordem, no domínio de Laplace, é dada por  $\tau^2 s^2 + 2\xi\tau s + 1$ .  $\tau$  é o período natural de oscilação da resposta e  $\xi$ , o fator de amortecimento da resposta.

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

## Questão 4

---

Um oxidante usado como propelente de foguetes é o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Comercialmente, ele é encontrado a uma concentração de 70%, em volume (v/v), em solução aquosa. Para o uso em motores-foguetes a sua concentração deve ser elevada para 90% v/v, no mínimo. O processo de concentração eficiente e seguro é o descrito por MASCHIO, 2017, usando um equipamento constituído de tubos de Ladden onde o peróxido de hidrogênio é secado por uma contracorrente de ar quente. O processo tem uma eficiência 50%, em volume, na produção de peróxido de hidrogênio concentrado.




- A) Qual seria o consumo da solução de peróxido de hidrogênio a 70% v/v, de uma usina piloto capaz de produzir 100 litros por dia de solução de peróxido de hidrogênio a 90% v/v?
- B) O resíduo constituído de ar, água e peróxido de hidrogênio é gerado pelo equipamento secador. Ele pode ser condensado e recuperado para revenda ou reconcentração. Qual é a concentração da solução de peróxido de hidrogênio do condensado recuperado?
- C) Que tipo de bomba seria mais adequada para transportar as soluções de peróxido de hidrogênio, em termos de segurança e resistência a corrosão? Justifique com as características da bomba selecionada.
- D) Sabendo que o consumo energético do processo de secagem é 12kWh por litro de solução de peróxido concentrado a 90% v/v. Qual seria a estimativa de consumo de energia elétrica por dia para a planta piloto? Qual o consumo mensal de energia elétrica do processo? Considere um mês de 4 semanas de 5 dias úteis.



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

## Questão 5

A ficha de dados de segurança do peróxido de hidrogênio, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, (*Laboratory safety guideline*, 2020), indica os seguintes perigos:

	O contato com soluções aquosas de peróxido de hidrogênio com mais de 50% são corrosivas para a pele. Soluções de 10% ou mais de peróxido de hidrogênio são corrosivas para os olhos e podem causar lesões graves e danos irreversíveis e possivelmente cegueira.
	O peróxido de hidrogênio é moderadamente tóxico por ingestão e levemente tóxico por inalação.
	O peróxido de hidrogênio é um oxidante forte e pode causar incêndio ou explosão. O contato com muitos compostos orgânicos, incluindo acetona comum, pode causar incêndios imediatos ou explosões violentas. Explosões também podem ocorrer após exposição do peróxido de hidrogênio a metais, quais sódio, potássio, magnésio, cobre, ferro e níquel.

Para trabalhar em laboratório com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de alta concentração (> 90%), considerando os perigos apresentados acima, indique:

- A) As quatro zonas corporais a serem protegidas, os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) que devem ser utilizados e os perigos contra os quais atuam os EPIs.
- B) Ao menos quatro Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) e a função de cada um, que devem ser utilizados.
- C) Ao menos quatro precauções que devem ser levadas em consideração para minimizar o perigo ao usar substâncias ou misturas de substâncias altamente inflamáveis ou explosivas, como o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de alta concentração.

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

Realização

