

ENGENHEIRO DE PROJETOS
MECÂNICA - AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO
E AR CONDICIONADO (AVAC)
TIPO 1 - BRANCA



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **60 (sessenta)** questões objetivas e **1 (uma)** questão discursiva, você receberá do fiscal de prova a folha de respostas;
- As questões objetivas têm **4 (quatro)** opções de resposta (A, B, C e D) e somente uma delas está correta.



TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova, já incluído o tempo para a marcação da folha de respostas;
- **1 (uma) hora** 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 o caderno de questões.
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de 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 a folha de respostas.
- Para o preenchimento da folha de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta.
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) na folha de respostas.
- Confira seu cargo no caderno de questões. Caso tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em sua folha de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala.
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento da sua folha de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca da folha de respostas, em caso de erro cometido por você**.
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas na folha de respostas.
- 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!**

CONHECIMENTOS BÁSICOS

Língua Portuguesa

1

A carta de um leitor de um jornal paulistano dizia:

Meu filho estuda Engenharia na USP e é um absurdo que, em nenhum momento do curso, ele tenha aulas de Língua Portuguesa porque, apesar de ser engenheiro, é com a língua que ele aprende, entende e se comunica; sem um conhecimento básico de nossa língua, sua formação vai ser capenga.

O autor da carta afirma que

- (A) entre as disciplinas do curso de Engenharia deveria haver amplos estudos de Língua Portuguesa.
- (B) o estudo básico da língua portuguesa é uma necessidade para carreiras como a Engenharia.
- (C) os estudos superiores no Brasil são deficientes em aspectos da formação básica.
- (D) se justifica o estudo de língua portuguesa em Engenharia pela necessidade de comunicação eficiente e que mostre competência.

2

A correção faz parte da boa escrita para todos os cidadãos.

Assinale a frase abaixo que exemplifica o correto emprego gramatical da língua.

- (A) Os moradores do bairro requiseram à Prefeitura que asfaltasse as ruas principais do bairro.
- (B) Os policiais interviram na discussão que ameaçava degenerar em um grande conflito.
- (C) O guarda municipal deteu o camelô que havia enganado um dos fregueses no dia anterior.
- (D) A babá entretinha a menina com um conjunto de miniaturas de peças de cozinha.

3

A língua escrita mostra um conjunto de diferentes funções; todas as frases abaixo se relacionam a uma função de língua escrita.

Assinale a opção em que a função correspondente à frase está corretamente identificada.

- (A) “Na falta de uma máquina do tempo decente, a ficção continua a ser o veículo mais sólido para visitar outras eras.” / função artística.
- (B) “A agenda é um tipo de livro em que você esquece de anotar tudo aquilo de que não pode se esquecer.” / função de preservação.
- (C) “Livros são os mais silenciosos e constantes amigos. Os conselheiros mais acessíveis e sábios. E os mais pacientes professores.” / função de memorização.
- (D) “Um livro é um passaporte para uma viagem que começa na primeira linha, mas que não se sabe jamais onde poderá terminar.” / função de transferência de tempo e espaço.

4

Um participante de uma conferência dada por um engenheiro civil comentou: *O conferencista precisa urgentemente de uma ajuda em língua portuguesa, pois cometeu erros grosseiros; em jamais o chamaria para responsabilizar-se por minhas obras.*

Nesse caso, o autor do texto mostra

- (A) atenção primordial pelo assunto abordado na conferência.
- (B) contaminação do conteúdo pela baixa qualidade da língua empregada.
- (C) alto preconceito linguístico e social contra o conferencista.
- (D) Observação perfeita das qualidades e defeitos do conferencista.

5

Nosso célebre Millôr Fernandes escreveu: *Para mim, não existe crase na língua portuguesa; há 40 ou 50 milhões de alfabetizados; todos erram. Portanto é a regra que está errada.*

Assinale a afirmação que **não** está de acordo com a estruturação ou a significação do texto.

- (A) A afirmação sobre o número de alfabetizados no Brasil é uma afirmação de caráter estatístico e tem valor argumentativo.
- (B) A indicação de que todos os alfabetizados citados erram na crase é temerária, pois falta o comprovante estatístico.
- (C) A frase começa pela conclusão do pensamento de Millôr Fernandes.
- (D) O pensamento de Millôr serve de incentivo ao estudo sério da crase.

6

Um dos problemas da língua escrita é a confusão entre palavras semelhantes na forma (parônimos).

Entre as frases abaixo, por exemplo, aquela que mostra confusão entre SOB e SOBRE é:

- (A) Sob o meu ponto de vista, essa questão deveria ser levada ao Sindicato dos Médicos.
- (B) Nunca mais pensei sobre isso, pois me trazia angústia e sofrimento.
- (C) Estando sobre o governo conservador, as medidas tomadas eram bem tradicionais.
- (D) Segundo Horácio, nada há de novo sob o sol.

7

As frases abaixo mostram uma forma verbal sublinhada.

Assinale aquela que mostra valor ativo e não passivo, como as demais:

- (A) Todas as coisas são custosas de entender.
- (B) Dessa amizade vamos necessitar sempre.
- (C) Esse osso é duro de roer.
- (D) Está ainda por escrever a verdadeira história.

8

A ortografia é um dos problemas mais difíceis em nossa língua por um conjunto de motivos.

Assinale a opção em que todas as palavras estão escritas corretamente.

- (A) discríção / empecilho.
- (B) excessão / cetim.
- (C) massiço / monstrengo.
- (D) previlégio / indiscrição.

9

Nas frases a seguir foram propostos dois vocábulos considerados sinônimos para a mesma posição na frase.

Assinale a frase em que isso é feito de forma adequada.

- (A) O processo foi distribuído ao oficial competente / responsável.
 (B) Nossa filhinha hesita entrar em locais escuros / teme.
 (C) A massa inconsciente oscila da servidão à desordem / treme.
 (D) O duque achou muito natural o titubear do cavaleiro / gaguejar.

10

Um aspecto importante da correção linguística é a concordância. Assinale a frase abaixo que mostra concordância verbal correta.

- (A) Precisam-se de mais funcionários para que a produção se mantenha.
 (B) Assistiram-se a festas grandiosas no final dos tempos monárquicos no Brasil.
 (C) Fazem-se muitos condomínios na cidade e isso deve criar problemas para a administração.
 (D) Naquele bairro aluga-se casas por baixo preço.

Matemática e Raciocínio Lógico

11

Em uma linha de montagem automatizada, duas máquinas funcionam continuamente, parando apenas para realizar manutenções preventivas em tempos regulares.

A máquina 1 para de 9 em 9 horas, ficando parada por uma hora. A máquina 2 para de 13 em 13 horas, ficando parada por duas horas.

Se as máquinas são postas para funcionar simultaneamente às 8h da manhã do dia 13 de abril, elas ficarão paradas simultaneamente entre

- (A) as 13h e as 14h do dia 14 de abril.
 (B) as 14h e as 15h do dia 14 de abril.
 (C) as 12h e as 13h do dia 15 de abril.
 (D) as 18h e as 19h do dia 15 de abril.

12

Em um certo lugar há dois postes verticais, um medindo 2,4 m de altura e outro medindo 3,0 m de altura.

Em um mesmo instante do dia, ambos projetam sombras sobre o piso horizontal sobre o qual se encontram. A diferença entre os comprimentos dessas sombras é de 42 cm.

Os postes estão posicionados de modo que as suas sombras não se sobrepõem.

Sabendo que a relação entre as sombras e os postes preservam a proporção, a sombra projetada nesse momento pelo poste menor tem comprimento igual a

- (A) 1,62 m.
 (B) 1,68 m.
 (C) 1,96 m.
 (D) 2,10 m.

13

Em um canteiro de obras, quatro máquinas de grande porte (Escavadeira, Betoneira, Guindaste e Trator) apresentaram defeito, necessitando de reparos.

O engenheiro encarregado da obra estabeleceu as seguintes condições:

- a Betoneira não será a primeira e nem a última a ser consertada;
- a Escavadeira deverá ser consertada imediatamente antes do Guindaste;
- o Trator não será o penúltimo a ser reparado;

Com base nessas condições, é correto afirmar que o número máximo de possíveis sequências de reparos que as satisfazem simultaneamente é igual a

- (A) 0.
 (B) 1.
 (C) 2.
 (D) 3.

14

Um reservatório de água está com $\frac{1}{3}$ de sua capacidade total preenchida. Para encher o reservatório até a metade da capacidade total, foram necessários 8 minutos utilizando uma bomba com vazão constante de 96 litros por minuto.

O volume total do reservatório é de

- (A) 1536 litros.
 (B) 2304 litros.
 (C) 4608 litros.
 (D) 5376 litros.

15

Um buffet comprou um concentrado de polpa de fruta que vem em um galão de 7,5 litros. Para servir os convidados, esse concentrado deve ser misturado com água, de modo que o volume final de suco pronto seja 6 vezes o volume do galão original. O suco será servido em copos descartáveis com capacidade de 250 mL cada. Os copos são vendidos apenas em pacotes fechados com 25 unidades.

Se os copos serão servidos completamente cheios, e todo o suco preparado será servido, o número mínimo de pacotes de copos que o buffet deve comprar para utilizar todo o suco preparado é:

- (A) 7.
 (B) 8.
 (C) 9.
 (D) 10.

16

Uma equipe de manutenção precisa instalar refletores em um estádio. Sabe-se que o tempo necessário para concluir o serviço é inversamente proporcional ao número de técnicos trabalhando. Com 6 técnicos, o serviço seria concluído em 15 dias. Devido à urgência, a empresa decidiu aumentar a equipe, e o trabalho foi finalizado em apenas 10 dias.

Sabendo que todos os técnicos trabalham no mesmo ritmo, o número de técnicos que trabalharam nessa tarefa foi

- (A) 9.
 (B) 6.
 (C) 5.
 (D) 4.

17

Em uma usina de energia, o sistema de segurança de um reator segue uma regra lógica estrita para evitar sobrecarga. A diretriz técnica estabelecida pelos engenheiros é:

Se a temperatura do núcleo ultrapassar 800°C, então o sistema de resfriamento emergencial é ativado.

Considerando que essa diretriz é uma proposição verdadeira, do ponto de vista da lógica sentencial, assinale a opção que indica uma afirmação logicamente equivalente a ela.

- (A) Se o sistema de resfriamento emergencial não for ativado, então a temperatura do núcleo ultrapassou 800°C.
 (B) Se o sistema de resfriamento emergencial for ativado, então a temperatura do núcleo ultrapassou 800°C.
 (C) Se a temperatura do núcleo não ultrapassar 800°C, então o sistema de resfriamento emergencial não será ativado.
 (D) Se o sistema de resfriamento emergencial não for ativado, então a temperatura do núcleo não ultrapassou 800°C.

18

Uma senha deve ser formada por 3 dígitos distintos escolhidos no conjunto {1, 2, 3, 4, 5, 6}.

Se não forem aceitas senhas em que os 3 dígitos sejam sequenciais (como, por exemplo, 234), a quantidade total de possíveis senhas será

- (A) 112.
 (B) 114.
 (C) 115.
 (D) 116.

19

Considere três pontos fixos no plano cartesiano: A(1,1), B(25,8) e C(25,1).

Considerando que as distâncias entre esses pontos são medidas em linha reta, a soma das distâncias de A até C e de B até C supera a distância de A até B, em unidades de comprimento, em

- (A) 6 unidades.
 (B) 7 unidades.
 (C) 25 unidades.
 (D) 31 unidades.

20

Um servidor de dados armazena informações em 2 unidades de disco independentes. Por segurança, o sistema foi projetado com redundância: para que os dados permaneçam acessíveis, basta que pelo menos uma dessas unidades esteja em funcionamento.

No intervalo de um ano, cada uma dessas unidades tem 20% de probabilidade de falhar.

A probabilidade de que os dados permaneçam acessíveis nesse intervalo de tempo é de:

- (A) 60%.
 (B) 64%.
 (C) 80%.
 (D) 96%.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

21

Durante o acompanhamento de uma obra predial, foi elaborado o seguinte quadro de serviços, com seus respectivos custos e percentuais planejados e executados no período:

Serviço	Custo total (R\$)	Planejado (%)	Executado (%)
Estrutura	20.000,00	60%	50%
Alvenaria	10.000,00	40%	50%
Revestimento	15.000,00	20%	30%

Com base no controle físico-financeiro, o desvio entre o valor planejado e o valor executado, até o momento, vale

- (A) R\$ 500,00 (adiantamento).
 (B) R\$ 1.000,00 (atraso).
 (C) R\$ 1.500,00 (atraso).
 (D) R\$ 2.000,00 (adiantamento).

22

Durante a execução de uma obra, a medição mensal dos serviços é realizada para fins de controle físico-financeiro.

Em determinado período, foram identificadas as seguintes situações:

- Parte dos serviços executados apresentou não conformidades técnicas.
- Alguns serviços previstos no contrato ainda não foram executados.
- Houve execução de serviços em quantidades inferiores às previstas inicialmente.

Com base nos procedimentos adequados de medição de serviços, é correto afirmar que

- (A) a medição deve refletir os quantitativos previstos em projeto, sendo os desvios tratados apenas ao final da obra.
 (B) serviços executados com não conformidades podem ser medidos integralmente, desde que haja previsão de correção futura.
 (C) a medição pode incluir serviços previstos contratualmente, mesmo que não executados, desde que necessários ao cumprimento do cronograma.
 (D) a medição deve considerar exclusivamente os quantitativos efetivamente executados e em conformidade com as especificações técnicas.

23

Em um edifício administrativo público, a equipe de manutenção adotou diferentes estratégias para garantir a operação contínua dos sistemas prediais. Em determinado momento, foram observadas as seguintes ações:

- Substituição de lâmpadas queimadas após falha.
- Inspecções periódicas nos elevadores com base em cronograma pré-definido.
- Monitoramento de vibração em bombas hidráulicas para antecipar falhas.

Com base nos conceitos de gestão e engenharia de manutenção, essas ações correspondem, respectivamente, a medidas de manutenção:

- (A) corretiva, preditiva e preventiva.
 (B) corretiva, preventiva e preditiva.
 (C) preditiva, corretiva e preventiva.
 (D) preventiva, corretiva e preditiva.

24

A administração de um complexo predial busca melhorar a eficiência da manutenção e implementou indicadores de desempenho.

A respeito do tema, avalie as seguintes afirmações:

- I. O MTBF (*Mean Time Between Failures*) está associado à confiabilidade dos ativos.
- II. O MTTR (*Mean Time To Repair*) mede o tempo médio necessário para restaurar um sistema após uma falha.
- III. Uma diminuição do MTBF e um aumento do MTTR indicam uma melhoria na gestão da manutenção.

Está correto o que se afirma apenas em:

- (A) I.
- (B) I e II.
- (C) I e III.
- (D) II e III.

25

No desenvolvimento de projetos de engenharia, ferramentas digitais são amplamente utilizadas para a modelagem, a compatibilização e a gestão das informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Nesse contexto, o uso de BIM (*Building Information Modeling*) representa uma evolução em relação ao CAD (*Computer Aided Design*) tradicional.

Considerando as características dessas metodologias, assinale a alternativa que expressa corretamente uma diferença fundamental entre BIM e CAD.

- (A) O CAD é voltado exclusivamente à modelagem tridimensional com informações paramétricas, enquanto o BIM se restringe à representação bidimensional.
- (B) O BIM é uma ferramenta gráfica voltada apenas à visualização do projeto, sem capacidade de integração com o planejamento, os custos ou a operação da edificação.
- (C) O BIM elimina a necessidade de documentação técnica detalhada, pois o modelo tridimensional substitui integralmente especificações e memoriais descritivos.
- (D) O BIM permite a criação de modelos digitais integrados, contendo informações geométricas e não geométricas, com relações paramétricas e suporte à gestão do ciclo de vida da edificação.

26

No desenvolvimento de projetos de edificações, a análise de viabilidade técnico-financeira deve considerar não apenas os custos iniciais, mas também o desempenho da edificação ao longo de sua vida útil, especialmente quanto ao conforto térmico e luminoso e ao consumo energético.

Nesse contexto, analise as afirmativas a seguir.

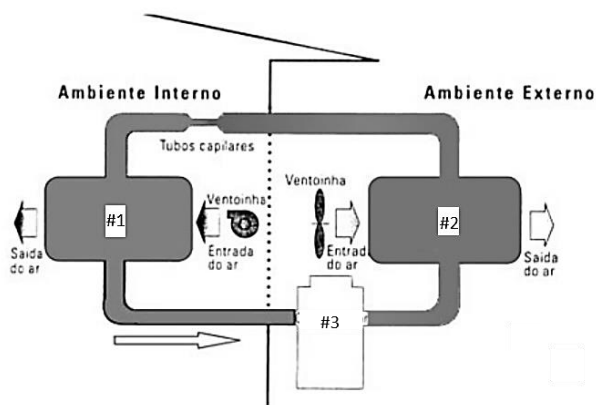
- I. O uso de ferramentas digitais de projeto permite determinar automaticamente a solução de menor custo global, dispensando análises complementares de viabilidade.
- II. A viabilidade econômica de soluções com materiais de alto desempenho térmico depende exclusivamente do custo inicial de aquisição, sendo irrelevantes os custos operacionais ao longo da vida útil.
- III. A orientação solar da edificação condiciona os ganhos térmicos e a disponibilidade de iluminação natural ao longo do dia e do ano, influenciando simultaneamente o desempenho da envoltória, a necessidade de climatização e o consumo de energia elétrica para iluminação artificial.

Está correto o que se afirma apenas em:

- (A) I.
- (B) III.
- (C) II e II.
- (D) I e III.

27

A figura a seguir ilustra a instalação de um sistema de ar condicionado.



Nessa instalação, os equipamentos 1, 2 e 3 são denominados, respectivamente,

- (A) evaporadora, condensadora e compressor.
- (B) evaporadora, compressor e condensadora.
- (C) condensadora, evaporadora e compressor.
- (D) condensadora, compressor e evaporadora.

28

Ambientes de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), como *data centers*, apresentam elevada densidade de carga térmica e exigem estratégias específicas de condicionamento de ar para garantir a confiabilidade operacional e a eficiência energética.

Com base nos princípios de climatização aplicados a esses ambientes, avalie as afirmativas a seguir:

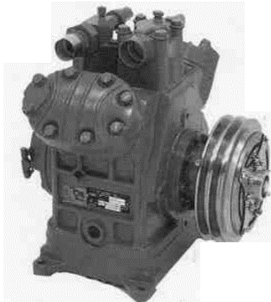
- I. A estratégia de corredores quentes e frios reduz a mistura dos fluxos de ar, contribuindo para a elevação da eficiência térmica e permitindo operar com temperaturas de insuflação mais elevadas sem comprometer os equipamentos.
- II. O controle de umidade em *data centers* é secundário, uma vez que a dissipação térmica dos equipamentos eletrônicos independe das condições higrométricas do ar.
- III. O aumento da temperatura de insuflação do ar pode melhorar a eficiência energética do sistema de climatização, desde que se mantenham condições operacionais dentro das faixas recomendadas para os equipamentos.

Está correto o que se afirma apenas em

- (A) I.
- (B) I e II.
- (C) I e III.
- (D) II e III.

29

A figura a seguir apresenta um tipo de compressor alternativo.



Esse compressor, que pode operar em instalações contendo amônia e compostos halogenados, é denominado compressor

- (A) semi-hermético.
- (B) hermético.
- (C) blindado.
- (D) aberto.

30

Durante o desenvolvimento do projeto de climatização de uma edificação de uso misto (com áreas administrativas, salas técnicas e espaços de grande ocupação), o engenheiro responsável avaliou diferentes soluções quanto à distribuição da carga térmica, à flexibilidade operacional e à adequação às características dos ambientes.

Nesse contexto, relacione os sistemas de climatização apresentados na coluna à esquerda às suas respectivas características na coluna à direita.

1. ACJ, Split ou Self-Contained
 2. Chiller com água gelada
 3. Sistemas com fluxo de refrigerante variável (VRF)
- () Utilizam um fluido intermediário para o transporte de energia térmica, o que permite maior centralização do sistema e o atendimento a grandes cargas.
 - () Permitem modulação contínua da capacidade, com controle individualizado por zona, ajustando a vazão de refrigerante conforme a carga térmica.
 - () Realizam a troca térmica no próprio ambiente climatizado, sem a utilização de fluido intermediário, sendo comuns em aplicações descentralizadas.

A correlação correta, na ordem apresentada, é

- (A) 1 – 2 – 3.
- (B) 1 – 3 – 2.
- (C) 2 – 3 – 1.
- (D) 3 – 2 – 1.

31

Em certo pavimento de um edifício, um sistema de climatização é composto por uma unidade resfriadora de ambiente por água fria e por uma unidade de ventilação, responsável pela renovação do ar externo. Em determinada condição de operação, a unidade resfriadora atende a uma vazão de água gelada de 0,20 kg/s, com temperatura de entrada de 7 °C e temperatura de saída de 12 °C. Considere o calor específico da água igual a 4,18 kJ/(kg.°C).

Ao mesmo tempo, a unidade de ventilação insufla 1,5 m³/s de ar externo, com massa específica de 1,2 kg/m³. O ar entra na unidade a 35 ° e sai a 25 °. Considere o calor específico do ar igual a 1,0 kJ/(kg.°C).

Com base nesses dados, as cargas térmicas removidas pela unidade resfriadora de ambiente por água fria e pela unidade de ventilação valem, respectivamente,

- (A) 4,18 kW e 12,0 kW.
- (B) 4,18 kW e 18,0 kW.
- (C) 8,36 kW e 12,0 kW.
- (D) 8,36 kW e 18,0 kW.

32

Em um sistema de ventilação, deseja-se determinar a massa específica do ar em um duto em que a pressão absoluta é de 144 kPa e a temperatura é de 47 °C.

Considerando o ar como gás ideal, com constante específica $R = 300 \text{ J / (kg K)}$ (para fins de cálculo aproximado), a massa específica do ar nesse ponto é, aproximadamente, de

- (A) 1,1 kg/m³
- (B) 1,2 kg/m³
- (C) 1,4 kg/m³
- (D) 1,5 kg/m³

33

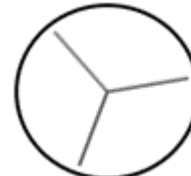
Os ventiladores apresentados na figura a seguir trabalham com o mesmo ar e são geometricamente semelhantes.

Ventilador 1



Rotação (n_1) = 900 rpm
 Vazão (Q_1) = 6,0 m³/s
 Pressão (P_1) = 400 Pa

Ventilador 2



Rotação (n_2) = 1200 rpm
 Vazão (Q_2) = ?
 Pressão (P_2) = ?

Considerando que o ventilador 1 trabalha a uma rotação de 900 rpm fornecendo vazão de 6,0 m³/s e aumento de pressão de 450 Pa, a vazão e o aumento de pressão no ventilador 2, que opera a 1200 rpm, valem, respectivamente,

- (A) 8,0 m³ e 600 Pa.
- (B) 8,0 m³ e 800 Pa.
- (C) 16,0 m³ e 600 Pa.
- (D) 16,0 m³ e 800 Pa.

34

Em um projeto de climatização e ventilação industrial, o engenheiro deve selecionar o tipo de ventilador mais adequado em função das características do sistema, como a vazão requerida, as perdas de carga e o espaço disponível.

Com base nas características dos ventiladores axiais e centrífugos, avalie as afirmativas a seguir.

- I. Ventiladores axiais são mais indicados para sistemas com elevadas perdas de carga, pois conseguem gerar pressões estáticas mais elevadas do que os ventiladores centrífugos.
- II. Ventiladores centrífugos operam com escoamento axial na entrada e na saída e caracterizam-se por baixa capacidade de geração de pressão.
- III. Ventiladores axiais apresentam escoamento predominantemente paralelo ao eixo de rotação e são usualmente empregados em aplicações com alta vazão e baixa pressão.

Está correto o que se afirma em

- (A) II, apenas.
- (B) III, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) I, II e III.

35

Em sistemas de climatização, a rejeição de calor pode ser realizada por condensação por ar ou por condensação por água com torre de resfriamento, sendo a escolha influenciada por aspectos de desempenho, consumo de recursos e manutenção.

Desse modo, em relação ao sistema por condensação por água, os sistemas com torre de resfriamento

- (A) não requerem controle da qualidade da água.
- (B) apresentam menor complexidade operacional.
- (C) eliminam a necessidade de equipamentos auxiliares.
- (D) operam, em geral, com menores temperaturas de condensação, resultando em maior eficiência energética.

36

Em uma câmara frigorífica, parte da carga térmica decorre do resfriamento e congelamento de produtos com elevado teor de água. Para estimar a energia a ser removida pelo sistema de refrigeração, um engenheiro analisa o resfriamento de 2,0 kg de água inicialmente a 60 °C, que deve ser convertida integralmente em gelo a 0 °C.

Despreze perdas térmicas para o meio externo e adote

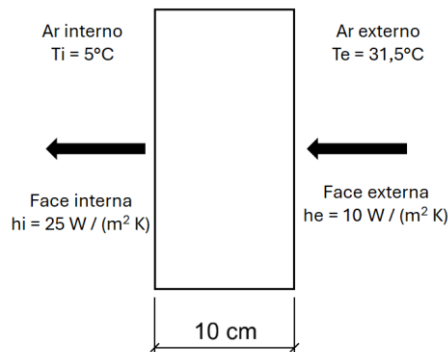
- Calor específico da água líquida = 4,2 kJ / kg °C;
- Calor latente de fusão da água = 334 kJ / kg.

Nesse caso, a quantidade total de calor que deve ser retirada da água nesse processo é, aproximadamente, de

- (A) 448 kJ.
- (B) 504 kJ.
- (C) 668 kJ.
- (D) 1172 kJ.

37

Em uma câmara climatizada, a transferência de calor por meio de uma parede plana, com área exposta de 10,0 m² e espessura de 10 cm, ocorre por convecção do ar interno para a superfície da parede, por condução por meio da parede e, em seguida, por convecção da superfície externa para o ar ambiente, conforme mostrado na figura.



A temperatura do ar interno é de 5 °C, enquanto a do ar externo é de 31,5 °C. A condutividade térmica da parede é de 0,8 W / (m K) e os coeficientes de convecção nas faces interna e externa valem, respectivamente, 25 W/(m²K) e 10 W/(m²K). Assim, desprezando efeitos radiativos e admitindo regime permanente unidimensional, a taxa de transferência de calor através da parede é, aproximadamente, de

- (A) 500 W.
- (B) 750 W.
- (C) 1000 W.
- (D) 1250 W.

38

Em sistemas de climatização e em edificações, a transferência de calor por radiação pode representar uma parcela significativa das trocas térmicas, especialmente em superfícies expostas à radiação solar ou a outras superfícies quentes.

Com base nos princípios da radiação térmica, avalie as afirmativas a seguir.

- I. Superfícies com alta emissividade tendem a absorver e emitir mais radiação térmica do que superfícies com baixa emissividade.
- II. A radiação térmica depende exclusivamente da diferença de temperatura entre os corpos, sendo independente das propriedades superficiais.
- III. Superfícies metálicas polidas apresentam elevada emissividade, o que as torna ideais para maximizar a troca radiativa.

Está correto apenas o que se afirma em

- (A) I.
- (B) II.
- (C) I e III.
- (D) II e III.

39

Em um sistema de climatização hospitalar, o ar externo quente e úmido é misturado ao ar de retorno do ambiente. A mistura resultante atravessa uma serpentina de resfriamento, cuja temperatura superficial é inferior ao ponto de orvalho do ar, o que promove a redução simultânea da temperatura e da umidade absoluta. Em seguida, o ar pode passar por um reaquecimento antes de ser insuflado no ambiente.

Do ponto de vista psicrométrico, o processo descrito corresponde a um

- (A) resfriamento sensível seguido de umidificação adiabática, com aumento da umidade específica e redução da temperatura de bulbo seco.
- (B) aquecimento sensível seguido de desumidificação química, com redução da temperatura de ponto de orvalho e aumento da entalpia do ar.
- (C) resfriamento evaporativo indireto, com redução simultânea da temperatura de bulbo seco e da umidade específica, mantendo-se constante a temperatura de bulbo úmido.
- (D) resfriamento com desumidificação, seguido eventualmente de reaquecimento sensível, com redução da umidade específica na serpentina e aumento posterior apenas da temperatura de bulbo seco.

40

Em um sistema de climatização central típico, o ar percorre diferentes componentes até atingir o ambiente condicionado e retornar à unidade de tratamento de ar (UTA).

Considere o seguinte percurso do ar:

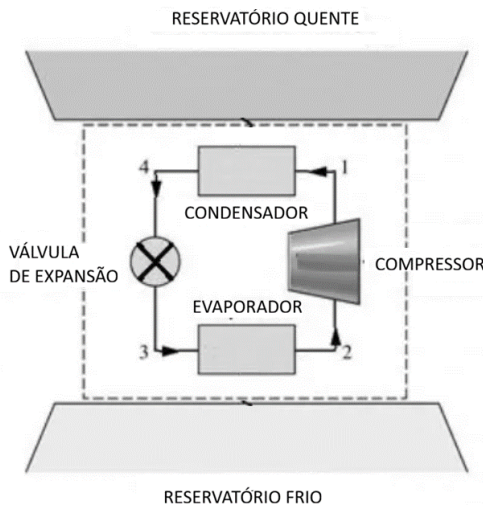
O ar externo é admitido, misturado ao ar de retorno, passa por filtros, atravessa serpentinas de tratamento térmico e, posteriormente, é conduzido por dutos até o ambiente. Após sua utilização, o ar retorna ao sistema para novo condicionamento.

Com base nesse processo, assinale a opção que apresenta a sequência mais correta e coerente do escoamento do ar no sistema.

- (A) Grelhas de retorno → dutos de insuflação → serpentinas → filtros → espaço condicionado → grelhas de insuflação.
- (B) Filtros → serpentinas → dutos de insuflação → grelhas de insuflação → espaço condicionado → grelhas de retorno.
- (C) Dutos de insuflação → filtros → serpentinas → espaço condicionado → grelhas de insuflação → grelhas de retorno.
- (D) Serpentinhas → filtros → grelhas de insuflação → dutos de retorno → espaço condicionado → grelhas de retorno.

Atenção: use o diagrama a seguir para responder às duas próximas questões

A figura a seguir apresenta, de forma esquemática, um ciclo típico de refrigeração.



(Adaptado de <https://www.rknengenharia.com/blog/ciclo-de-refrigeracao-e-suas-peculiaridades>)

41

Com base nesse diagrama, relacione os componentes da coluna à esquerda aos respectivos processos da coluna à direita.

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Compressor | () Rejeição de calor a alta pressão |
| 2. Condensador | () Queda brusca de pressão e temperatura |
| 3. Evaporador | () Aumento de pressão e temperatura |
| 4. Válvula de expansão | () Absorção de calor a baixa pressão |

A relação correta, na ordem dada, é:

- (A) 1 – 3 – 2 – 4.
- (B) 2 – 1 – 4 – 3.
- (C) 2 – 4 – 1 – 3.
- (D) 3 – 4 – 1 – 2.

42

No diagrama apresentado, o fluido refrigerante entra no compressor na condição de sucção, com entalpia $h_1 = 400$ kJ/kg, e sai na descarga, com entalpia $h_2 = 440$ kJ/kg.

Após rejeitar calor no condensador e passar pela válvula de expansão, o fluido entra no evaporador com entalpia $h_4 = 250$ kJ/kg.

Sendo assim, o coeficiente de performance (COP) desse ciclo de refrigeração vale

- (A) 3,75.
- (B) 4,50.
- (C) 5,25.
- (D) 6,00.

43

A carta psicrométrica é uma ferramenta amplamente utilizada em engenharia térmica e de climatização, permitindo a análise simultânea de diversas propriedades do ar úmido e dos processos de condicionamento.

No uso dessa ferramenta, a representação de um processo de resfriamento evaporativo direto (adiabático) do ar caracteriza-se por

- (A) redução da umidade relativa com deslocamento horizontal no diagrama.
- (B) manutenção da temperatura de bulbo úmido com aumento da entalpia do sistema.
- (C) aumento simultâneo da temperatura de bulbo seco e da umidade absoluta do ar.
- (D) redução da temperatura de bulbo seco com manutenção da entalpia aproximadamente constante.

44

Durante a avaliação das condições de ar em um ambiente climatizado, um técnico mediu a temperatura de bulbo seco (TBS) e a temperatura de bulbo úmido (TBU) para estimar a umidade relativa do ar.

Foram obtidos os seguintes valores:

- TBS = 32 °C;
- TBU = 26 °C.

Para essas condições, o técnico considerou:

- Pressão de vapor de saturação a 32 °C = 4,8 kPa;
- Pressão de vapor de saturação a 26 °C = 3,4 kPa;
- Constante psicrométrica = 0,067 kPa/ °C.

Com base nesses dados e na equação de Regnault, o técnico avaliou a umidade relativa do ar em, aproximadamente,

- (A) 55,5%.
- (B) 60,5%.
- (C) 62,5%.
- (D) 75,5%.

45

Em sistemas de climatização, é comum a mistura de correntes de ar com diferentes propriedades psicrométricas, como o ar externo e o ar de retorno, antes do tratamento térmico. Esse processo pode ser representado graficamente na carta psicrométrica e é fundamental para o controle das condições internas de conforto.

No processo de mistura de duas correntes de ar úmido, a condição final do ar misturado

- (A) localiza-se sobre a reta que liga os pontos representativos das duas correntes na carta psicrométrica.
- (B) apresenta sempre temperatura de bulbo seco igual à média aritmética das correntes.
- (C) ocorre com variação de entalpia total, independentemente das vazões envolvidas.
- (D) depende exclusivamente da umidade relativa das correntes de entrada.

46

Durante o dimensionamento de um sistema de climatização para uma sala comercial de alta ocupação, com iluminação artificial e renovação de ar externo, estimaram-se as cargas térmicas do ambiente. Verificou-se que parte da carga está associada ao aumento de temperatura do ar (carga sensível), enquanto outra parcela está relacionada à presença de umidade proveniente dos ocupantes e do ar externo (carga latente).

Os valores estimados foram:

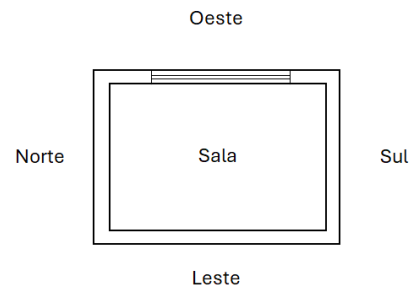
- Carga térmica sensível: 24.000 kJ/h;
- Carga térmica latente: 6.000 kJ/h.

Com base nesses dados, o fator de calor sensível (FCS) do ambiente é igual a

- (A) 0,60.
- (B) 0,75.
- (C) 0,80.
- (D) 0,90.

47

Em uma unidade hospitalar da Rede Sarah, uma sala de fisioterapia possui uma grande área envidraçada, com 8 m² de área exposta, voltada para a fachada oeste, com incidência solar significativa à tarde, conforme a figura a seguir.



Além disso, sabe-se que o ganho solar incidente é de 450 W/m² e um fator de correção para o vidro de 0,70.

Assim, considerando a necessidade de conforto térmico para pacientes em reabilitação e desprezando outras cargas térmicas, o ganho térmico exclusivamente decorrente da insolação é de

- (A) 2520 W.
- (B) 1760 W.
- (C) 1260 W.
- (D) 960 W.

48

Em unidades hospitalares, a estimativa da carga térmica deve considerar não apenas aspectos construtivos, mas também requisitos específicos de controle ambiental, como conforto térmico, renovação de ar e controle de infecções. Esses fatores tornam o processo de dimensionamento mais rigoroso em comparação a edificações convencionais.

Nesse contexto, a contribuição da ventilação e renovação de ar externo para a carga térmica de resfriamento caracteriza-se por

- (A) ser desprezível em ambientes climatizados, desde que haja controle da temperatura interna.
- (B) representar parcela significativa da carga total, incluindo componentes sensível e latente.
- (C) depender exclusivamente da carga térmica gerada por equipamentos médicos.
- (D) contribuir apenas para a carga sensível, sem influência na umidade do ambiente.

49

Em uma unidade de atendimento, o sistema de climatização deve garantir condições mínimas de qualidade do ar interior por meio da introdução de ar externo.

Para um determinado ambiente, os critérios de ventilação são apresentados na tabela a seguir.

Vazão de ar exterior por pessoa:	27 m ³ /h-pessoa
Vazão de ar exterior por área:	0,9 m ³ /h·m ²
Ocupação prevista:	18 pessoas
Área do ambiente:	60 m ²
Vazão total de insuflação:	1200 m ³ /h
Concentração de partículas no ar exterior:	180 µg/m ³
Eficiência do filtro:	75%

Considera-se, ainda, que o ar de retorno é isento de contaminantes no parâmetro analisado.

Assim, admitindo mistura perfeita entre ar exterior e ar de retorno, seguida de filtração, a concentração final de partículas no ar insuflado é de, aproximadamente,

- (A) 10,1 µg/m³.
- (B) 15,2 µg/m³.
- (C) 20,3 µg/m³.
- (D) 25,4 µg/m³.

50

Durante o comissionamento de um sistema de distribuição de ar, duas metodologias distintas foram utilizadas para estimar a velocidade do escoamento em um duto:

- Na primeira, o instrumento foi posicionado diretamente no escoamento, fornecendo leitura imediata da velocidade local.
- Na segunda, foi medida a diferença entre pressões total e estática em diversos pontos da seção, permitindo o cálculo da velocidade média do ar.

Os instrumentos associados, respectivamente, a essas metodologias são:

- (A) anemômetro e tubo de Pitot.
- (B) tubo de Pitot e anemômetro.
- (C) anemômetro e higrômetro.
- (D) manômetro diferencial e anemômetro.

51

Em sistemas de climatização, especialmente em ambientes hospitalares, a escolha adequada dos filtros de ar é fundamental para garantir a qualidade do ar interno, a proteção dos equipamentos e a segurança dos usuários. Diferentes materiais filtrantes apresentam características distintas quanto à eficiência, à perda de carga e à aplicação.

Sobre esses materiais, analise as afirmativas a seguir.

- I. Filtros de fibra sintética ou de vidro são amplamente utilizados para a retenção de partículas, podendo apresentar diferentes eficiências conforme a densidade do meio filtrante, sendo comuns em estágios primários e intermediários.
- II. Filtros de carvão ativado são utilizados principalmente para a retenção de partículas sólidas em suspensão, sendo mais eficientes do que os filtros de fibra sintética na remoção de poeiras finas.
- III. Filtros HEPA são constituídos por meios filtrantes fibrosos de alta eficiência, capazes de reter partículas muito finas, sendo tipicamente utilizados como estágio final de filtração em ambientes críticos, embora impliquem maior perda de carga no sistema.

Está correto o que se afirma em

- (A) II, apenas.
- (B) I e III, apenas.
- (C) II e III, apenas.
- (D) I, II e III.

52

Em sistemas de climatização de ambientes hospitalares, a instalação adequada dos filtros de ar é fundamental para garantir a segurança do ambiente, especialmente quanto à qualidade do ar fornecido.

Com relação ao risco de ocorrer *by-pass* de ar não filtrado em filtros de ar, assinale a afirmativa correta.

- (A) Filtros de alta eficiência eliminam completamente o risco de *by-pass*, mesmo quando instalados sem vedação adequada.
- (B) A ocorrência de *by-pass* está associada principalmente à vedação inadequada entre o filtro e sua moldura, permitindo a passagem de ar sem filtração.
- (C) O *by-pass* de ar ocorre quando há aumento excessivo da perda de carga no filtro, sendo um fenômeno inerente ao material filtrante e independente da instalação.
- (D) O *by-pass* de ar não representa risco relevante em ambientes hospitalares, pois o sistema de ventilação compensa automaticamente eventuais falhas de filtração.

53

Durante a análise de operação de uma caldeira, verificou-se que o operador baseia suas decisões exclusivamente em um sistema eletrônico supervisor. No entanto, o manômetro instalado apresenta leitura divergente do sistema digital, e não há registro recente de calibração do instrumento de campo.

À luz dos requisitos da NR-13 para instrumentação e controle, essa situação indica que

- (A) o manômetro pode ser desconsiderado, desde que haja redundância por meio de sistemas digitais.
- (B) a divergência entre instrumentos é aceitável, desde que não comprometa a operação imediata da caldeira.
- (C) a ausência de calibração e a inconsistência de leitura comprometem a confiabilidade da medição e caracterizam não conformidade.
- (D) a indicação do sistema eletrônico pode substituir integralmente os instrumentos locais, desde que esteja em operação contínua.

54

Durante a operação de um sistema de ar-condicionado, foram identificadas as seguintes anomalias:

- I. O compressor desliga de forma intermitente em dias quentes, mesmo com demanda térmica elevada, sendo constatado um aumento excessivo da pressão no lado de descarga.
- II. O ambiente apresenta grande variação de temperatura, com ciclos frequentes de liga/desliga do sistema, mesmo sem mudanças significativas na carga térmica.
- III. Em um ambiente com alta umidade, o sistema mantém a temperatura próxima do valor ajustado, porém não consegue reduzir a umidade relativa do ar.

Os componentes cujas falhas estão mais diretamente associadas às situações descritas são, respectivamente,

- (A) pressostato de alta, termostato e umidistato.
- (B) pressostato de baixa, umidistato e termostato.
- (C) controlador eletrônico, termostato e pressostato de alta.
- (D) Termostato, pressostato de baixa e controlador eletrônico.

55

Em sistemas modernos de climatização, a lógica de controle pode ser implementada por meio de controladores eletrônicos programáveis, permitindo a integração de múltiplos sensores e variáveis para otimizar o desempenho do sistema.

Nesse contexto, uma estratégia de controle que ajusta continuamente a capacidade do sistema com base na diferença entre o valor medido e o valor desejado caracteriza-se como

- (A) controle liga-desliga (*on-off*).
- (B) controle manual com ajuste fixo.
- (C) controle proporcional ou modulante.
- (D) controle por tempo de operação fixo.

56

Sobre a realização de inspeções de segurança em uma caldeira, considere as seguintes informações:

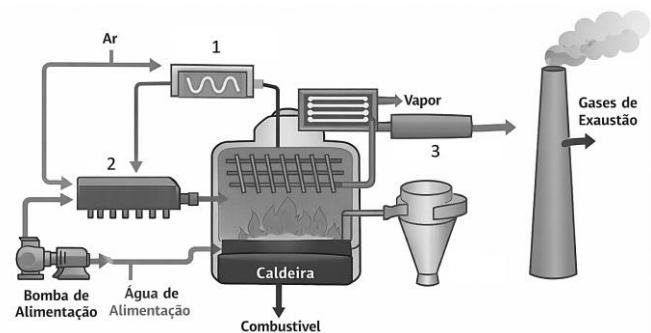
- Caldeira do tipo A, conforme a NR 13, localizada em estabelecimento que não possui SPIE.
- Pressões de abertura das válvulas de segurança da caldeira testadas 12 meses após a última inspeção de segurança.

Nessa condição, a NR 13 estabelece que o prazo máximo para realização de uma nova inspeção de segurança, em relação à inspeção de segurança anterior, é de

- (A) 18 meses.
- (B) 24 meses.
- (C) 30 meses.
- (D) 36 meses.

57

O fluxograma apresentado abaixo ilustra, de forma simplificada, o funcionamento de uma caldeira industrial, incluindo os circuitos de água/vapor, ar de combustão e gases de exaustão, bem como os principais componentes envolvidos na geração de vapor.



Os componentes indicados com os números 1, 2 e 3 são conhecidos, respectivamente, como

- (A) pré-aquecedor de ar, economizador e superaquecedor.
- (B) pré-aquecedor de ar, superaquecedor e economizador.
- (C) superaquecedor, pré-aquecedor de ar e economizador.
- (D) superaquecedor, economizador e pré-aquecedor de ar.

58

Em caldeiras industriais, o controle do excesso de ar é um dos principais parâmetros operacionais associados à eficiência da combustão e à qualidade dos gases gerados.

Nesse contexto, o aumento do excesso de ar na combustão provoca

- (A) redução da vazão mássica dos gases de combustão gerados.
- (B) eliminação completa do oxigênio residual nos gases de exaustão.
- (C) aumento da formação de monóxido de carbono nos gases de combustão.
- (D) redução da temperatura dos gases de combustão devido à diluição com ar em excesso.

59

Na concepção de sistemas de exaustão de gases em caldeiras, a escolha do material da chaminé deve considerar fatores como a temperatura dos gases, a resistência à corrosão, a durabilidade e as condições estruturais. Diferentes materiais apresentam vantagens e limitações que influenciam sua aplicação em sistemas industriais.

Em relação ao tema, analise as afirmativas a seguir.

- I. Chaminés de aço carbono são amplamente utilizadas, podendo requerer proteção adicional contra corrosão em função da composição dos gases.
- II. Chaminés de concreto armado são recomendadas para baixas temperaturas devido à sua baixa resistência mecânica.
- III. Chaminés de aço inoxidável são pouco empregadas, pois apresentam baixa resistência à corrosão em ambientes industriais.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) II e III, apenas.
- (D) I, II e III.

60

Durante a operação de uma caldeira industrial, realizou-se uma inspeção visual da chaminé, utilizando a Escala de Ringelmann, comparando-se a tonalidade da fumaça emitida aos padrões da escala.

Observou-se que a coloração da fumaça se aproxima do padrão correspondente ao nível 3 da escala, de forma contínua durante a operação por vários minutos.

Considerando os critérios usuais de controle ambiental para emissões visíveis, essa condição indica que a

- (A) classificação observada indica ausência de material particulado na emissão.
- (B) emissão apresenta baixa opacidade, sendo compatível com condições normais de operação.
- (C) emissão indica altíssima quantidade de material particulado, com potencial impacto na qualidade do ar.
- (D) emissão apresenta opacidade intermediária a elevada, podendo caracterizar não conformidade em regime contínuo.

PROVA DISCURSIVA

A Rede Sarah pretende modernizar o sistema de climatização de uma de suas unidades hospitalares, construída em período em que ainda eram comuns equipamentos que utilizavam fluidos refrigerantes de maior impacto ambiental. A equipe técnica identificou que parte do sistema existente opera com fluidos cuja substituição é recomendável, tanto por restrições ambientais quanto por exigências atuais de desempenho, segurança e confiabilidade operacional.


Como se trata de ambiente hospitalar, a solução de *retrofit* deve considerar simultaneamente: continuidade de operação, segurança de pacientes e equipes, eficiência energética, atendimento a compromissos ambientais internacionais e adequação dos fluidos refrigerantes às características de ocupação e de uso da edificação.

Na condição de engenheiro mecânico responsável por um parecer técnico preliminar, responda, em até 30 linhas, de forma objetiva e fundamentada, ao que se pede a seguir.

- A) Indique duas características desejáveis em fluidos refrigerantes empregados em sistemas de climatização hospitalar e cite um exemplo de fluido compatível com esse tipo de aplicação.**
- B) Explique por que determinados fluidos refrigerantes estão associados à destruição da camada de ozônio, indicando as classes de substâncias mais relacionadas a esse problema ambiental.**
- C) Diferencie, no contexto da refrigeração e da climatização, os objetivos do Protocolo de Montreal e do Protocolo de Kyoto, relacionando-os à substituição de fluidos refrigerantes em instalações existentes.**
- D) Considerando o caso do hospital da Rede Sarah, discuta os principais critérios técnicos e ambientais que devem orientar a escolha do novo fluido refrigerante, incluindo sua relação com o efeito estufa e com a segurança operacional do sistema.**

- 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

SARAH  **Rede SARAH de Hospitais de Reabilitação**
Associação das Pioneiras Sociais