

**CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS
(CEMADEN)**

**CONCURSO PÚBLICO PARA PROVIMENTO DE VAGAS EM CARGOS DE NÍVEL SUPERIOR DA
CARREIRA DE PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
EDITAL Nº 01/2023 – CEMADEN/MCTI**

**PADRÃO DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES DA PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS
ESPECÍFICOS E DA PROVA ESCRITA PRÁTICA**

De acordo com o Edital de abertura, conforme item a seguir:

17. DOS RECURSOS

- 17.1 Caberá interposição de recursos, devidamente fundamentados, ao Instituto AACP, no prazo de 2 (dois) dias úteis da publicação no endereço eletrônico www.institutoaacp.org.br, das decisões objetos dos recursos, assim entendidos:
- 17.1.3 contra o Padrão de Respostas preliminar das questões da Prova Escrita de Conhecimentos Específicos e da Prova Escrita Prática;

PESQUISADOR ADJUNTO I – METEOROLOGIA POR SENSORES REMOTOS

Escrita de Conhecimentos Específicos

1

O balanço da radiação eletromagnética determina o clima do planeta Terra, uma vez que todos os processos atmosféricos são devido à energia que o planeta recebe do Sol e/ou da atmosfera terrestre. Sobre essa temática, responda de forma sucinta, os itens a seguir:

- Como ocorre o processo de transferência de energia entre o Sol e o planeta Terra, considerando-se essa propagação na atmosfera?
- Quais são os instrumentos utilizados em superfície para essas medições? Cite o nome deles, o espectro de comprimento de onda e as incertezas de medições incluindo as taxas de aquisição.
- Explique como as energias provenientes do Sol podem gerar as medidas satelitais (por exemplo, considere as medidas obtidas pelos satélites geoestacionários da NOAA-NASA) que extraem informações importantes das características da superfície (tanto oceânica quanto terrestre), bem como da atmosfera terrestre.
- Quais são as vantagens e desvantagens das medidas obtidas em superfície e das obtidas a partir de satélites geoestacionários, considerando as escalas de tempo e espaço?

Padrão de Resposta:

a) A maior fonte de energia para os processos atmosféricos é proveniente do Sol, através da transferência de energia na forma do processo de radiação, especificamente por meio do fluxo de radiação solar. Essa energia aquece a superfície, e esta, por sua vez, emite energia na forma de ondas longas para a atmosfera. Portanto, esse balanço de radiação entre o Sol (fonte) e o planeta Terra (incluindo a atmosfera terrestre) induz todos os processos atmosféricos que fazem parte do estudo de meteorologia. Existe um não balanceamento dessa energia de radiação (que é denominado de saldo de radiação) que precisa ser balanceada por outras formas de energia.

b) Os instrumentos que medem essa forma de energia (radiação) são denominados genericamente de radiômetros, com o nome específico de piranômetro que mede a radiação solar global (uma composição entre a componente direta e difusa) ou piroheliometro (no caso específico da radiação solar direta). Esses instrumentos utilizam os comprimentos de ondas entre 0,3-3,0 μm – radiação do ondas curtas. No caso específico de radiação de ondas longas (comprimentos de ondas entre 3,0 e 100 μm), o equipamento é denominado de pirgeômetro. Por exemplo, os sensores passivos de radiação solar / ondas curtas e radiação atmosférica / ondas longas possuem uma incerteza entre 3-5% (devido ao tempo de resposta do instrumento, curvas de calibração, tempo desde a última aferição) e normalmente são amostrados na taxa de 1 a 2 vezes por s (0,5 – 1,0 Hz).

c) Os satélites são meios eficientes de medições das radiações de ondas curtas e longas por meio da técnica de sensoriamento remoto e fazem essas medidas a partir de radiômetros embarcados. Um exemplo são os modernos satélites geoestacionários GOES-R 16 (americano da NOAA/NASA). O GOES-R 16, por exemplo, carrega um radiômetro de imagem passiva multicanal que capta imagens dos oceanos, da superfície terrestre e da atmosfera. Através dessas medidas e utilizando-se de equações conhecidas da física (por exemplo, a equação de Stefan-Boltzmann que associa energia emitida com a temperatura do corpo do emissor), podem-se extrair informações fundamentais para o diagnóstico e monitoramento do clima, bem como para a previsão do tempo. Outra capacidade desse satélite é o de coletar dados de energia refletida da superfície e/ou de nuvens no espectro do visível, que permite identificar as características desse objetivo. O Advanced Baseline Imager (ABI), que é um desses radiômetros, tem 16 bandas espectrais (2 canais visíveis, 4 canais infravermelhos próximos e 10 canais infravermelhos), com resoluções espaciais variando de 0,5 km a 2 km. Cada um desses canais foi desenvolvido e projetado para monitoramento de nuvens, umidade e temperatura do solo, perfis verticais de umidade da atmosfera, temperatura da superfície do mar e vários outros parâmetros, muitos deles fundamentais para a previsão do tempo e estudos climáticos.

d) Vantagens que os sensores de medidas de superfície apresentam é a alta acurácia, fornecendo resultados instantâneos e gerando séries contínuas de dados que podem ser analisados em tempo real e armazenados para análises a posteriori. Essas medidas também são fundamentais para a calibração/validação de dados obtidos por satélites, que são exaustivamente testados em laboratórios de engenharia, mas precisam ser lançados por foguetes e sofrem possíveis danos durante o lançamento. Esses sistemas observacionais são automáticos/autônomos, permitindo assim a redução de intervenção humana. Os custos para aquisição e manutenção destes equipamentos são altos. A falta de manutenção regular desses instrumentos, pode acarretar o comprometimento da qualidade e continuidade das séries temporais dos conjuntos de dados, destinados ao entendimento das condições atmosféricas e climáticas, conseqüentemente. Outra limitação é a representatividade espacial que uma estação de superfície pode representar. Por outro lado, os satélites geoestacionários têm capacidade de recobrimento espacial muito maior, porém estes amostram em uma taxa temporal e espacial menor, comparado a amostragem dos radiômetros de superfície. Também, caso haja algum problema na fase de lançamento, o(s) sensor(es) pode(m) ficar inutilizado(s) ou avariado(s).

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS		
Item	Fatores e requisitos para pontuação	Pontos
1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria.	a) Explicação do processo de transferência de energia entre o Sol e o planeta Terra (até 3,00 pontos); b) Explicação das características dos sensores de superfície (até 4,00 pontos); c) Explicação dos sensores satelitais e sua aplicabilidade produzida pelos sensores (até 4,00 pontos); d) Apresentação das vantagens e desvantagens das medidas obtidas em superfície e das obtidas a partir de satélites geoestacionários, considerando as escalas de tempo e espaço (até 4,00 pontos).	15
2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão.	Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60].	5

3. Utilização adequada da Língua Portuguesa.	[-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades.	5
---	---	---

2

A teoria mais amplamente aceita pela comunidade científica para explicar o processo de separação de cargas nas nuvens de tempestade é a Teoria Colisional Termoelétrica.

Tendo isso em vista, descreva como se dão os processos de separação das cargas elétricas e de formação dos centros de carga na nuvem de tempestade segundo essa teoria. Descreva também as diferenças entre a Teoria Colisional Termoelétrica e a Teoria Colisional Indutiva, apresentando os motivos pelos quais a primeira é mais bem aceita pela comunidade científica.

Padrão de Resposta:

A separação ocorre pela transferência de carga durante a colisão entre as partículas presentes no interior da nuvem de tempestade, tais como o granizo, os cristais de gelo e gotas d'água. O granizo, por ser mais pesado, tende a se deslocar, por ação da gravidade, para as regiões mais baixas da nuvem. As gotas d'água e os cristais de gelo tendem a ser arrastados pelas correntes ascendentes para as regiões mais altas da nuvem. Esse processo leva à colisão entre o granizo e as partículas mais leves.

O conceito no qual se baseia a Teoria Colisional Termoelétrica é o da Temperatura de Inversão de Carga. Segundo esse conceito, a temperatura da região onde ocorre a colisão determina a polaridade da carga transferida entre as partículas que colidiram.

Definiu-se como a "Temperatura de Inversão de Carga" a temperatura de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, em relação à qual se compara a temperatura da região onde ocorreu a colisão. Na nuvem de tempestade, a isoterma de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ situa-se a cerca de 7 km de altitude. Quando a colisão ocorre em regiões com temperaturas menores que $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (região mais alta da nuvem), o granizo fica carregado negativamente, enquanto o cristal de gelo fica carregado positivamente.

Dessa forma, o granizo contribui para a formação de um Centro Principal de Cargas Negativas posicionado, tipicamente, entre 4 e 6 km de altitude, enquanto os cristais de gelo contribuem para a formação de um Centro Principal de Carga Positivo posicionado a cerca de 3 a 4 km acima do Centro Principal de Carga Negativo.

Por outro lado, quando a colisão entre as partículas ocorre em uma região com temperaturas maiores que $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (regiões mais baixas da nuvem), a transferência de cargas entre elas se inverte. O granizo fica carregado positivamente, enquanto o cristal de gelo fica carregado negativamente. O granizo contribui para a formação de um Centro Menor de Carga Positivo situado próximo à base da nuvem de tempestade, enquanto os cristais de gelo são arrastados para cima pelas correntes ascendentes e vão contribuir para a formação do Centro Principal de Carga Negativo.

Dessa forma, a Teoria Colisional Termoelétrica oferece uma explicação para a formação da estrutura tripolar típica da nuvem de tempestade com um Centro Principal de Carga Positivo próximo ao topo da nuvem, um Centro Principal de Carga Negativo situado cerca de 3 a 4 km abaixo do centro principal positivo e um Centro Menor de Carga Positivo situado próximo à base da nuvem de tempestade.

Essa explicação para a estrutura tripolar da nuvem de tempestade é uma das características que diferenciam a Teoria Colisional Termoelétrica da Teoria Colisional Indutiva que, por se basear apenas na polarização das partículas pelo campo elétrico como definidora da carga transferida entre elas, só consegue explicar a formação de uma estrutura bipolar para a nuvem de tempestade.

Outra diferença importante entre as teorias está relacionada ao início do processo de separação de cargas, quando os centros de cargas da nuvem ainda não foram formados.

No caso da Teoria Colisional Indutiva, no início da formação da nuvem, o campo elétrico responsável por polarizar as partículas é o campo elétrico de "Tempo Bom", com valor médio de cerca de 130 V/m , intensidade de campo. Esses valores são, em princípio, insuficientes para polarizar as partículas antes da colisão. Por outro lado, no caso da Teoria Colisional Termoelétrica, o processo de separação de cargas é efetivo desde o início do processo de formação da nuvem.

Essas duas diferenças – o fornecimento de uma explicação para a formação da estrutura tripolar de cargas típica e o fato de o processo por ela proposto ser viável desde o início da formação da nuvem de tempestade, quando os centros de cargas ainda não estão presentes – fazem com que a Teoria Colisional Termoelétrica tenha melhor aceitação na comunidade científica.

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS		
Item	Fatores e requisitos para pontuação	Pontos
1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria.	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição do processo de separação de cargas: até 4,00 pontos. • Descrição do processo de formação dos Centros de Carga da nuvem: até 4,00 pontos. • Descrição das diferenças entre as Teorias Colisional Termoelétrica e Colisional Indutiva: até 4,00 pontos. • Apresentação dos motivos pelos quais a Teoria Colisional Termoelétrica é mais bem aceita pela comunidade científica: até 3,00 pontos. 	15
2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão.	Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60].	5
3. Utilização adequada da Língua Portuguesa.	[-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades.	5

Escrita Prática

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), os estágios da previsão imediata de tempo (nowcasting, em inglês) são conhecidos como fase pré-convectiva, fase de iniciação convectiva, fase madura e fase de previsão. Tendo isso em vista, suponha que, em uma tarde de verão, uma célula convectiva esteja se desenvolvendo e se deslocando pela cidade de São Paulo. Diante desse contexto:

- defina previsão de curtíssimo prazo e explique como é realizada e para qual fim é utilizada;
- descreva os métodos científicos utilizados no meio operacional antes (ambiente favorável) e após o início da tempestade convectiva;
- em relação ao acompanhamento dessa tempestade por imagem de satélite, nomeie e descreva a técnica de monitoramento da evolução e propagação do sistema convectivo por meio do algoritmo ForTraCC;
- durante essa tempestade, o radar meteorológico não é capaz de medir diretamente a precipitação, mas sim a diferença entre o sinal emitido e o sinal refletido. Explique como a precipitação é estimada a partir da intensidade do sinal refletido pelos hidrometeoros, chegando à relação clássica de Marshall-Palmer (1948).

Padrão de Resposta:

Previsão de curtíssimo prazo ou imediata (nowcasting): previsão para minutos a horas à frente em uma reduzida escala espacial. Now (agora) + casting (previsão) = previsão imediata, mais utilizada para tempestades convectivas. A previsão imediata consiste na previsão de tempo para o período de 0 a 6 horas à frente, em uma escala espacial de apenas alguns quilômetros, com a utilização de dados com frequência menor que 1 hora. Focado especialmente em tempestades severas, o nowcasting utiliza observações de superfície e altitude, dados de radar meteorológico, satélites, modelos de alta resolução, sensores de descargas elétricas, instrumentos não convencionais e inteligência artificial. Além disso, na previsão imediata, os meteorologistas fazem uso de algoritmos e modelos que os orientam provendo estimativas e previsões diante de tempestades severas ou condições favoráveis para as mesmas, buscando analisar principalmente as seguintes questões: localização e trajetória das tempestades; intensificação ou enfraquecimento das tempestades; riscos associados às tempestades, como a possibilidade de descargas atmosféricas, granizo, tornados, alagamentos, deslizamentos, falta de energia elétrica, queda de árvores, entre outros.

A primeira fase, chamada de pré-convectiva, se refere a momentos antes do surgimento das primeiras células convectivas de tempestade sobre uma determinada área, em que as principais informações são extraídas de dados observados e de índices de instabilidade atmosférica. A identificação de áreas propícias à ocorrência de eventos severos pode ser realizada a partir da análise de mapas que fornecem a distribuição espacial dos principais parâmetros meteorológicos. Essas informações aliadas a análises de cartas sinóticas fornecem a base para a delimitação de áreas propícias à ocorrência de eventos severos. Dois tipos de regiões devem ser avaliados com atenção: áreas com alta probabilidade de ocorrência de tempestades e regiões que possuem altos acumulados de precipitação em um determinado período, já que essa informação aliada ao tipo de superfície e de relevo são de grande importância para alertas de enchentes e deslizamentos. Essas áreas também são identificadas a partir da observação de parâmetros como índices de instabilidade, cisalhamento do vento, convergência de umidade em baixos níveis, água precipitável, entre outros.

A segunda fase, denominada iniciação convectiva, é aquela quando as células de convecção já estão em desenvolvimento e podem ser observadas a partir de informações de sensoriamento remoto da atmosfera, como radares e satélites meteorológicos. A iniciação convectiva é um desafio, principalmente para os modelos numéricos de previsão de tempo, já que, no curto prazo, eles apresentam dificuldades em determinar onde e quando as tempestades ocorrerão, além da baixa densidade de dados observacionais em escala temporal e espacial para determinar as características termodinâmicas em baixos níveis, como a umidade na camada limite. Nas fases seguintes, os sistemas estão em pleno desenvolvimento, e a definição das características de propagação e severidade são fundamentais na previsão imediata. Nesse momento, o nowcasting trabalha com os dados de sensoriamento remoto por radares e satélites meteorológicos e ambientais, além de modelos numéricos e algoritmos específicos como o Thunderstorm Identification, Analysis and Nowcasting (TITAN) e o Forecasting and Tracking the Evolution of Cloud Clusters (ForTraCC).

O ForTraCC é um algoritmo que descreve um método de identificação e acompanhamento e rastreamento de sistemas convectivos, através de dados de satélite (canal infravermelho – 10,8 μm), fornecendo informações a respeito das características físicas e morfológicas dos sistemas convectivos identificados (baseado na temperatura do topo da nuvem), durante o seu ciclo de vida, com até 2 horas de antecedência. As principais características desse sistema são: um método de detecção de conglomerados de nuvens baseado em um limiar de temperatura (235 K); uma técnica de rastreamento baseada em áreas sobrepostas de sistemas convectivos em imagens

sucessivas; e um módulo de previsão baseado na evolução de cada sistema convectivo específico nas etapas anteriores.

No radar meteorológico, um transmissor emite um feixe de radiação eletromagnética com intensidade e frequência conhecidas. Quando a radiação atinge os hidrometeoros na atmosfera, parte dessa energia volta para o radar, sendo então detectadas por um receptor e amplificada, uma vez que a intensidade da energia refletida é muito menor do que aquela que foi emitida. Conhecendo-se o intervalo de tempo entre a emissão e o retorno do eco, é possível determinar a distância do alvo.

A precipitação é calculada a partir da intensidade do sinal do radar meteorológico que foi refletido pelos hidrometeoros (Z) presentes na atmosfera utilizando-se da relação Z-R, que se encarrega de transformar refletividade em precipitação. Uma relação empírica pode ser obtida plotando-se gráficos de taxa de precipitação que chega no solo contra a refletividade calculada pelo radar. Sua forma mais conhecida e utilizada é $Z = a \cdot R^b$, onde Z é a refletividade em mm⁶/m³, R é a taxa de precipitação em mm/h, e (a) e (b) são constantes empíricas, determinadas por meio da distribuição das partículas. Essas constantes variam conforme a região do globo e tipos de precipitações. Marshall e Palmer propuseram a primeira equação em 1948, baseada em muitas observações experimentais, que relacionavam as informações obtidas por radar e as medidas em pluviômetros: $Z = 200 \cdot R^{1,6}$.

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS		
Item	Fatores e requisitos para pontuação	Pontos
1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria.	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de previsão de curtíssimo prazo e explicação de como é realizada e para que é utilizada [até 2,0]; <ul style="list-style-type: none"> - escala espaço-temporal [até 1,00]; - técnicas antes e após o início da convecção [até 1,00]. • Descrição correta das técnicas antes e após o início da convecção: <ul style="list-style-type: none"> - primeira fase (condições do local e índices de instabilidade) [até 2,5]; - demais fases (radar, satélite e produtos derivados) (total de 5,00 pontos) [até 2,5]. • Explicação correta da aplicação do algoritmo ForTraCC: <ul style="list-style-type: none"> - nomeação [até 1,5]; - descrição contendo informações específicas [até 1,5] . • Explicação correta da relação precipitação-refletividade: <ul style="list-style-type: none"> - funcionamento do radar [até 1,5]; - equação [até 1,5]. 	15
2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão.	Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60].	5
3. Utilização adequada da Língua Portuguesa.	[-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades.	5

Atualmente existem diversos sistemas de monitoramento de raios em operação em todo o planeta, sejam aqueles que utilizam redes de sensores de solo ou aqueles que utilizam instrumentos a bordo de satélites. Tais sistemas fornecem diversas informações da atividade elétrica dos sistemas convectivos em função da faixa de frequência do espectro eletromagnético em que operam. No contexto de pesquisa do Cemaden, surgiu uma demanda para desenvolver um produto para identificar, rastrear e prever eventos atmosféricos severos utilizando dados de raios. Nesse caso, além do conhecimento técnico do princípio de funcionamento dos principais sistemas de monitoramento, é necessário ter conhecimento da aplicação operacional das informações geradas por cada um. Nesse contexto, você, como pesquisador, precisa elaborar um documento técnico para subsidiar o planejamento e desenvolvimento desse produto, descrevendo as tecnologias existentes e suas respectivas aplicações. Assim sendo,

- cite as quatro principais faixas de frequência de operação dos sistemas de monitoramento;
- para cada faixa de frequência, descreva as características básicas do correspondente sistema de monitoramento;
- discorra sobre os dados fornecidos pelos sistemas de monitoramento descritos anteriormente, explicitando sua aplicação ao produto a ser desenvolvido.

Padrão de Resposta:

• Os sensores dos atuais sistemas de monitoramento de raios operam nas seguintes faixas de frequência do espectro eletromagnético:

- (a) Faixa ELF-VLF (“extreme low frequency” - “very low frequency”), entre 10Hz e 100kHz;
- (b) Faixa LF-HF (“low frequency” - “high frequency”), entre 100kHz e 10MHz;
- (c) Faixa VHF (“very high frequency”), entre 10MHz e 100MHz;
- (d) Faixa do Infravermelho Próximo (“near infrared”), comprimentos de onda acima de 650nm.

• Os sistemas de monitoramento apresentam características e limitações distintas devido às diferenças na forma como a radiação eletromagnética se propaga na atmosfera em cada faixa de frequência.

(a) Os sistemas em ELF-VLF detectam a atividade contínua de raios em escala global com apenas alguns poucos sensores de solo devido às grandes linhas de base. Como a radiação se propaga pelo guia de onda entre a superfície da Terra e a base da Ionosfera, somente os sinais produzidos pelos sinais mais intensos alcançam vários sensores a grandes distâncias.

(b) Os sistemas em LF-HF detectam a atividade contínua de raios totais em escala continental com grande precisão, pois a linha de base da rede é menor que nos sistemas em ELF-VLF, sendo necessários, portanto, mais sensores de solo. Seu desempenho é diretamente afetado por geometrias desfavoráveis, como linhas costeiras ou fronteiras geopolíticas. Isso porque a radiação se propaga paralela à superfície e, portanto, está mais sujeita a atenuações e distorções devido às variações de condutividade do solo.

(c) Os sistemas em VHF registram todos os detalhes da propagação dos raios em função da elevada quantidade de emissões produzidas nesse processo. A linha de base dos sensores é pequena, reduzindo sua área de cobertura. A radiação tem muito menos energia que nas frequências mais baixas, sendo facilmente bloqueada por obstáculos e, assim, alcançando os sensores no solo apenas em linha de visada.

(d) Os sistemas que operam na faixa do infravermelho próximo correspondem a fotodiodos, fotômetros ou CCDs a bordo de satélites, cobrindo grandes áreas do planeta continuamente (órbita geoestacionária GEO) ou periodicamente (baixa órbita LEO). Os sensores, centrados em 777,4nm (dissociação do O₂), detectam os pulsos óticos emitidos pelos raios e seu desempenho é afetado pelas flutuações nas propriedades óticas da atmosfera ao longo da propagação e pelo retro-espalhamento da luz solar.

• Cada sistema de monitoramento fornece informações distintas da atividade de raios com diferentes aplicações científicas e operacionais.

(a) Os sistemas em ELF-VLF fornecem apenas o horário de ocorrência e geolocalização dos raios mais intensos, majoritariamente do tipo nuvem-solo. Não estimam sua polaridade nem intensidade e não discriminam entre tipos. Esses dados podem ser usados na identificação e rastreamento de grandes sistemas meteorológicos (furacões e/ou complexos convectivos de mesoescala) e na assimilação em modelos numéricos de escala global voltados à previsão e a caracterização desses eventos severos com antecedência de vários dias.

(b) Os sistemas em LF-HF fornecem o horário de ocorrência, geolocalização, polaridade e intensidade dos raios nuvem-solo, diferenciando-os dos raios intranuvem, cuja localização projetada na superfície e altura também são fornecidas. Esses dados podem ser usados na identificação e rastreamento com precisão dos eventos severos bem como na sua previsão por extrapolação (nowcasting) ou na assimilação em modelos numéricos de previsão do tempo de mesoescala para a previsão de curto e médio prazo.

(c) Os sistemas em VHF produzem imagens tridimensionais (mapeamento) majoritariamente dos raios intranuvem com elevado detalhamento e precisão devido à alta resolução espaço-temporal de aquisição. Não estimam sua intensidade e polaridade, nem discriminam entre tipos de raios. Esses dados permitem a caracterização dos hidrometeoros e dos processos de eletrificação dos sistemas convectivos, permitindo a identificação de eventos severos com elevada precisão, incluindo estimativas de intensa precipitação e fortes rajadas de vento, além de sua previsão por extrapolação (nowcasting).

(d) Os sistemas satelitais fornecem majoritariamente o horário de ocorrência e geolocalização dos raios intranuvem. Não estimam sua polaridade e intensidade, nem discriminam entre tipos. Esses dados possibilitam a identificação e monitoramento de furacões, complexos convectivos de mesoescala, e eventos severos de menor escala, além do nowcasting via previsão por extrapolação ou por assimilação em modelos numéricos de previsão do tempo de mesoescala.

DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS		
Item	Fatores e requisitos para pontuação	Pontos
1. Conhecimento técnico-científico sobre a matéria.	<ul style="list-style-type: none"> • Citação correta das faixas de frequência: até 0,75 ponto para cada faixa (total de 3,00 pontos); • Descrição correta das características dos sistemas de monitoramento: até 1,25 ponto para cada faixa de frequência (total de 5,00 pontos); • Discorrência correta dos dados produzidos pelos sistemas de monitoramento e explicitação de suas aplicações no produto a ser desenvolvido: até 1,75 ponto para cada faixa de frequência (total de 7,00 pontos). 	15
2. Clareza na argumentação/senso crítico em relação ao tema proposto na questão.	Argumentação excelente [3,60 a 5]; Mediana [1,70 a 3,50] e; Ruim [0,20 a 1,60].	5
3. Utilização adequada da Língua Portuguesa.	[-0,15] para cada erro gramatical (limitado a [-3,00]); portanto, se a resposta ultrapassar 20 erros gramaticais, não haverá mais descontos; Até [-0,60] para o desrespeito às margens; Até [-0,60] para a incorreta constituição de parágrafos, inclusive quanto à estruturação dos períodos no interior destes; Até [-0,80] para ilegibilidades.	5