



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA DISCURSIVA

TG29

ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O MONITORAMENTO DAS MUDANÇAS DA COBERTURA E USO DA TERRA



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

Considere um projeto de mapeamento de uso e cobertura da Terra usando imagens de sensoriamento remoto. Deseja-se mapear as seguintes classes: “Floresta”, “Agricultura”, “Pastagem Herbácea”, “Pastagem Arbustiva” e “Outras áreas antropizadas”. A extensão do mapeamento é o Brasil e deseja-se mapear feições com pelo menos 1 hectare ou mais de área. Deseja-se ter um mapa atualizado por ano, e o mapeamento é extensivo espacialmente, ou seja, toda a área é analisada por imagens.

- A) Considerando apenas o uso de sensores ópticos, discuta as características espaciais e espectrais relevantes para a execução desse mapeamento, com justificativas.
- B) Considerando o mapeamento proposto, discuta as vantagens de se usar imagens ópticas.
- C) Considerando o mapeamento proposto, discuta limitações de se usar apenas imagens ópticas e quais alternativas podem ser usadas para minimizá-las.
- D) Indique pelo menos um sensor óptico e um sensor não óptico que poderiam ser usados nesse mapeamento. Considere em sua resposta somente aqueles cujos dados são distribuídos sem custos.
- E) Analise a seguinte matriz de confusão, supostamente relativa ao mapeamento proposto na questão. Ela foi baseada em uma amostragem aleatória simples de 1.000 pontos:

		Referência				
		Floresta	Agricultura	Pastagem Herbácea	Pastagem Arbustiva	Outras áreas antropizadas
Classificação	Floresta	448	2	3	22	0
	Agricultura	5	98	4	0	5
	Pastagem Herbácea	7	11	113	49	3
	Pastagem Arbustiva	6	8	56	117	0
	Outras áreas antropizadas	0	6	8	0	29

- E₁ Discorra sobre a qualidade do mapeamento: qual a precisão (ou exatidão) geral do mapeamento? Quais as classes de maior e menor precisão? Quais as classes de maior confusão entre si?
- E₂ Como é possível aumentar a precisão geral do mapeamento através do agrupamento de classes? Justifique sua resposta apontando quais as classes devem ser agrupadas e as vantagens e desvantagens dessa estratégia.

Questão 2

Você acompanhou a equipe do INPE em uma reunião no Ministério de Meio Ambiente (MMA) com o Secretário Extraordinário de Combate ao Desmatamento, a Secretária de Mudanças Climáticas e a Ministra para tratar da nova ambição climática brasileira, a Contribuição Nacionalmente Determinada – NDC (em inglês), a ser apresentada à Convenção de Clima (UNFCCC) em 2025. Na discussão sobre os elementos que devem compor a nova NDC brasileira, o programa de restauração florestal na Amazônia foi indicado como fundamental para o sequestro de carbono da atmosfera, contenção do avanço do aquecimento global e evitar o ponto de não retorno ("tipping point") na Amazônia Brasileira.

Entre os encaminhamentos da reunião o INPE ficou responsável por providenciar alguns dados e análises. Suponha que o INPE disponibilize produtos oficiais, os quais mapeiam as classes de floresta, agricultura, pecuária e vegetação secundária, com uma frequência bianual. Suponha também a disponibilidade de um mapa de desmatamento anual.

Descreva os procedimentos que você adotaria, com base nos produtos – mapas, tabelas – mencionados, para entregar as seguintes informações solicitadas pelo Ministério de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas:

- A) Analisar as áreas de vegetação secundária e sua persistência.**
- B) Identificar que classe de uso deu origem a essa vegetação secundária (VS) e no que ela se converteu ao longo do tempo.**
- C) Priorizar as áreas de intervenção do Programa de Restauração, levando em consideração a conectividade dos remanescentes florestais nas paisagens fragmentadas.**

Questão 3

Os biomas do Brasil são patrimônios naturais, e tem importância global significativa relacionada à sua capacidade de sequestro de carbono e regulação climática. O desmatamento é uma das principais ameaças a esses biomas. Estudos de uso e cobertura do solo permitem entender as dinâmicas e transformações causadas por essas ações.

Neste contexto, explique como as imagens de satélites podem subsidiar estudos sobre os processos de desmatamento no cerrado brasileiro, levando em conta os seguintes itens:

- A) Indique como as análises de dinâmicas do uso do solo são aplicadas a esse tipo de estudo.
- B) Apresente a importância das escalas espaciais e temporais.
- C) Explique por que é importante a produção de indicadores.
- D) Identifique os principais impactos do desmatamento.

Questão 4

Séries temporais de imagens de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em aplicações de uso e cobertura da Terra. Como ilustrado na Figura 1, uma série temporal de imagem representa a variação do valor de um atributo ao longo do tempo associado a um pixel, onde esse atributo pode ser uma banda espectral ou um índice calculado a partir de múltiplas bandas.

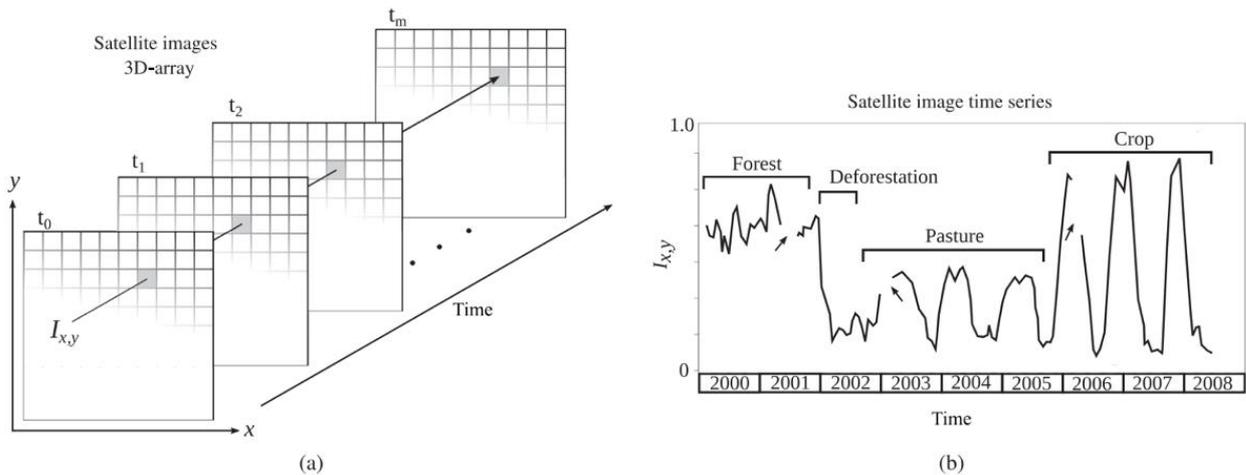


Fig. 1. (a) 3-D array of satellite images. (b) Vegetation index time series I at the pixel location (x, y) . Arrows indicate data gaps.

Figura 1. (a) Array 3-D de imagens de satélites. (b) Série temporal de índice de vegetação I para o pixel (x, y) . Setas indicam falta de dados.
Fonte: (Maus, et al. 2016)

- A) Para produzir mapas de uso e cobertura da Terra, metodologias recentes estão utilizando séries temporais de imagens e métodos supervisionados de aprendizado de máquina, como *Random Forest* e *Support Vector Machines*. Essas metodologias necessitam de amostras de treinamento de uso e cobertura da Terra. Nesse contexto, responda ao que se pede a seguir.
- A₁ Explique como esses métodos utilizam essas amostras de treinamento.
- A₂ Explique duas maneiras de se gerar essas amostras de uso e cobertura da Terra.
- A₃ Apresente algumas características dessas amostras que podem afetar a acurácia do mapa produzido.
- B) Metodologias para extração de métricas fenológicas da vegetação a partir de séries temporais de imagens geralmente utilizam filtros, como o Savitzky-Golay e Transformada Wavelet, na etapa de pré-processamento.
- Sobre essas metodologias:
- B₁ Cite dois exemplos dessas métricas fenológicas.
- B₂ Explique por que esses filtros são utilizados.

Questão 5

A detecção de mudanças na cobertura da Terra usa imagens orbitais cuja informação é perturbada por vários fenômenos indesejáveis, como o relevo ou a atmosfera. Em relação ao tema, responda ao que se pede a seguir.

- A) Quais são os efeitos do relevo e como eles podem ser corrigidos? Faça uma distinção entre efeitos geométricos e efeitos radiométricos.
- B) Quais são os efeitos da atmosfera e como eles podem ser corrigidos? Faça uma distinção entre uma imagem com nuvens e uma imagem sem nuvens.

Realização

