

## **PLANO DE TRABALHO DO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA SUINF N.º 45641105/2025**

### **1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA**

#### **a) Unidade Descentralizadora e Responsável**

Nome do órgão ou entidade descentralizador(a): Companhia Nacional de Abastecimento - Conab

Nome da autoridade competente: João Edegar Pretto e Isoppo Porto

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Superintendência de Informações da Agropecuária da Diretoria de Política Agrícola e Informações da Conab (Suinf/Dipai/Conab)

Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Resolução Consad Nº 009 de 21/03/2023 e Resolução Consad nº 01 de 13/03/2023.

#### **b) UG SIAFI**

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito: 135100/22211 - Companhia Nacional de Abastecimento

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: 135100/22211 - Companhia Nacional de Abastecimento

### **2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA**

#### **a) Unidade Descentralizada e Responsável**

Nome do órgão ou entidade descentralizada: Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Nome da autoridade competente: Eustáquio Vinícius de Castro

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Departamento de Engenharia Rural/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias

Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Decreto de 19/03/2024, publicado no D.O.U. de 20/03/2024, Seção 2, Página 1.

#### **b) UG SIAFI**

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito: 153046 – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pela execução do objeto do TED: 153046 – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

#### **c) Coordenador do Projeto**

Nome do responsável competente: Samuel de Assis Silva

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Departamento de Engenharia Rural/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias

### **3. OBJETO:**

Desenvolver uma metodologia de classificação do uso e cobertura do solo no Espírito Santo, diferenciando áreas de cultivo de café arábica e café canéfora, segmentando-as em áreas em formação e em produção.

### **4. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED:**

#### **1. Introdução:**

Este plano de trabalho tem como objetivo a realização de pesquisa voltada à identificação e classificação das áreas cafeeiras. A proposta contempla a segmentação dessas áreas conforme a espécie cultivada e o estádio de desenvolvimento das lavouras, distinguindo-as entre lavouras em formação e lavouras em produção. Tal iniciativa visa subsidiar ações de planejamento e monitoramento da cafeicultura, contribuindo para o aprimoramento das estatísticas agrícolas e o fortalecimento das políticas públicas voltadas ao setor.

#### **2. Metodologia**

O trabalho será executado em duas etapas, cada uma compreendendo um ano agrícola, a saber:

a) *primeira etapa*: classificação supervisionada por modelo de aprendizado de máquina, treinado a partir da rotulagem de imagens por fotointerpretação, e;

b) *segunda etapa*: validação, em campo, das classificações realizadas na primeira etapa, associada a coleta de amostras para refino dos modelos para determinação do uso e cobertura do solo.

A área de abrangência do projeto compreenderá todo o estado do Espírito Santo, o qual será dividido em blocos, para otimizar o processamento dos modelos de classificação, facilitando a análise e interpretação dos resultados. A divisão será planejada, inicialmente, levando em consideração as características geomorfológicas predominantes, a articulação das imagens de satélite disponíveis e os limites geopolíticos de cada região. Cada bloco será processado separadamente, permitindo uma melhor adaptação dos modelos de classificação às particularidades de cada bloco, visando garantir uma abordagem sistemática e eficiente para a realização do mapeamento.

##### **2.1 Coleta e Pré-processamento de Dados**

Para levantamento da base de amostragem e treinamento dos modelos serão utilizadas imagens da constelação Planet, com resolução espacial de 3 metros, e bandas espectrais do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. O período de análise abrangerá dois anos agrícolas para capturar variações sazonais. As imagens passarão inicialmente por uma correção radiométrica e geométrica para garantir a acurácia espacial e espectral. Quando necessário, algoritmos para remoção de nuvens e sombras serão utilizadas, em especial o método Fmask e a interpolação temporal para reconstrução de dados ausentes. Após a correção das imagens, serão realizadas a composição de mosaicos temporais para minimizar interferências atmosféricas e realçar padrões fenológicos das lavouras.

##### **2.2 Rotulagem e Criação da Base de Dados**

Serão coletadas amostras de treinamento e validação para o processo de classificação supervisionada. Para cada bloco, será estabelecido um conjunto de pontos distribuídos aleatoriamente na área (densidade mínima de 0,5 pontos/km<sup>2</sup>). Esses pontos serão estrategicamente posicionados para garantir uma representação adequada das diferentes classes de uso e cobertura do solo. As classes de mapeamento, alvo desta pesquisa, serão:

- a) café arábica em formação;
- b) café arábica em produção;
- c) café canéfora em formação, e;
- d) café canéfora em produção.

Para chegar nestas classes, será necessário representar de forma mais precisa a diversidade de uso e coberturas do solo presentes na área de estudo. Ao subdividir a área em um maior número de classes, é possível capturar nuances e padrões mais sutis, o que reduz a confusão do modelo de classificação. Além disso, ao aumentar a granularidade das classes, facilita-se a

interpretação dos resultados de avaliação da acurácia, uma vez que cada classe representa uma categoria distinta, tornando mais claro o desempenho do modelo em relação a cada classe, contribuindo para uma análise mais refinada dos resultados. Neste sentido, além das classes alvo da pesquisa, serão também determinadas:

- a) floresta;
- b) formação natural não florestal;
- c) pastagem;
- d) lavoura temporária;
- e) outras lavouras perenes;
- f) silvicultura;
- g) área não vegetada, e;
- h) corpo d'água.

### **2.3 Treinamento do Modelo no Google Earth Engine**

O mapeamento será realizado na escala de 1/50.000, com uma resolução espacial de 10 metros. Essa resolução foi selecionada para garantir detalhes suficientes na identificação das diferentes classes de uso e cobertura do solo, ao mesmo tempo em que permite uma abordagem escalável para a área de estudo. O processamento de imagens será realizado na plataforma Google Earth Engine (GORELICK et al., 2016), que inclui processamento de imagens em infraestrutura de computação em nuvem, programação com Javascript e Python, e armazenamento de dados utilizando Google Cloud Storage.

O mapeamento utilizará imagens multiespectrais de alta resolução da missão Sentinel-2, sensor MSI, processadas com nível 2-A. O nível 2-A de processamento do Sentinel-2 fornece ortoimagens corrigidas atmosfericamente, para obtenção da refletância de superfície (ESA, 2023). Serão utilizadas as bandas espectrais: azul (b2); verde (b3); vermelho (b4); bandas da borda do vermelho (b5, b6, b7, b8A); infravermelho próximo (b8); vapor d'água (b9); e infravermelho de ondas curtas 1 (b11) e 2 (b12). A seleção das imagens levará em consideração as condições desejadas para o mapeamento, com índice de cobertura de nuvens não superior à 5 %.

As imagens de satélite Sentinel 2A serão organizadas em coleções para cada bloco, considerando o ano safra de referência, de forma a capturar as condições sazonais e os padrões mais relevantes para a realização do estudo. Essa abordagem visa otimizar o contraste espectral e discriminar melhor as classes de mapeamento ao longo do tempo (Mapbiomas, 2023).

Serão utilizadas como variáveis preditoras para treinamento e classificação dos modelos as bandas espectrais (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo), índices de vegetação como NDVI, EVI e SAVI para destacar a vigorosidade da cultura, texturas derivadas da Transformada de Gabor e Haralick para capturar padrões estruturais das plantações e estatísticas temporais para diferenciar padrões fenológicos das variedades de café.

As amostras coletadas na etapa de rotulagem serão divididas em dois conjuntos, sendo um de treinamento (75%) e outro de validação (25%), visando evitar sobreajuste. O número ótimo de árvores no Random Forest será definido a partir de validação cruzada, sendo avaliado a importância das variáveis preditoras para identificação das mais relevantes. Os hiperparâmetros do modelo serão escolhidos para otimizar o desempenho e a acurácia.

### **2.4 Validação e Avaliação do Modelo**

Após a classificação da imagem, serão criados pontos aleatórios dentro dos polígonos de validação, que foram previamente definidos. Esses pontos servirão como amostras de validação para verificar a acurácia da classificação realizada pelo modelo RF.

Para a avaliação da acurácia, será obtida a matriz de erros a partir da tabulação cruzada das frequências amostrais das classes mapeadas e reais, e calculado os valores da acurácia do produto, do usuário e global. A acurácia do produto (AP) representa a proporção de pixels classificados corretamente em relação ao total de pixels na imagem. A acurácia do usuário (AU) representa a proporção de pixels classificados corretamente em relação ao total de pixels classificados como uma determinada classe. E a acurácia global (AG) representa a

precisão geral da classificação em todas as classes de cobertura do solo.

Essas métricas de acurácia serão calculadas comparando as classificações realizadas pelo modelo no aprendizado, com as amostras de validação. Isso permitirá avaliar a confiabilidade do modelo para o mapeamento de uso e cobertura na área de estudo.

## **2.5 Validação Cruzada em Campo**

Essa etapa do trabalho será executada a partir do segundo trimestre do ano de 2026 e compreenderá na validação, em campo, do mapeamento, contrastando os resultados das classificações supervisionadas com amostras de validação coletadas em campo.

As amostras de validação serão obtidas com análises visuais in loco e coletadas em campo com o auxílio de sensor multiespectral embarcado em veículo aéreo não tripulado. As visitas de campo para obtenção das amostras de validação serão planejadas a partir dos resultados do mapeamento de uso e cobertura do solo. A seleção das amostras de campo será realizada de forma aleatória, como foco nas áreas de cafeicultura.

A qualidade do mapeamento será avaliado por meio do: a) erro quadrático médio normalizado (NRMSE) – esse método calcula o erro total percentual entre os polígonos observados em campo e aqueles obtidos com a classificação supervisionada; b) índice de concordância (d) de Willmott (Willmott, 1981) – esse método relaciona a diferença entre os valores observado em campo na posição  $x_i$  em relação aos valores descritos na classificação supervisionada na mesma posição  $x_i$ ; e; c) índice de desempenho – esse método é calculado como o produto entre o coeficiente de correlação linear de Pearson e o índice de concordância de Willmott.

Essa etapa é de grande importância para a validação do trabalho e para adequação de um protocolo de mapeamento do uso e cobertura do solo para as macrorregiões envolvidas no estudo. Uma vez definido o protocolo de execução, abre-se campo para atualizações periódicas do mapeamento, tanto do parque cafeeiro do estado, mas, principalmente, do uso e cobertura do solo.

## **2.6 Atualização Periódica dos Mapas**

Como entrega final, será desenvolvimento de um pipeline automatizado para reprocessamento contínuo dos dados com novas imagens. Visando eliminar os efeitos de mudanças pontuais de uso e cobertura do solo, será buscado a integração de dados sazonais e ajustes periódicos para garantir a acurácia da classificação, integrando sistemas para geração de relatórios e dashboards interativos para disseminação dos resultados.

## **2.7 Parque Cafeeiro do Estado do Espírito Santo**

A Conab integrará a pesquisa em curso, financiada pela IILA – Organização Internacional Ítalo-Latino Americana e SEAG - Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca, constituindo um novo plano de ação, cujo objetivo é atender a demanda da Conab – Companhia Nacional de Abastecimento, por informações precisas e atualizáveis visando a estimava das safras de Coffea arabica e C. canephora. A Conab terá acesso irrestrito a toda base de dados do projeto do Parque Cafeeiro do Estado do Espírito Santo.

## **5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED:**

O presente projeto tem como objetivo viabilizar a execução de uma pesquisa voltada à classificação de áreas cafeeiras no estado do Espírito Santo, segmentando-as por espécie (*Coffea arabica* e *C. canephora*) e por estádio de desenvolvimento (lavouras em formação e lavouras em produção).

Essa ação se justifica no âmbito da Conab por contribuir diretamente para o aprimoramento das estimativas de safra de café em todo território nacional. A classificação detalhada das áreas cafeeiras por espécie e estádio de desenvolvimento permitirá maior precisão na análise da produção, subsidiando decisões estratégicas relacionadas à regulação de estoques, abastecimento interno e planejamento da comercialização, além de fortalecer a atuação institucional da Companhia no monitoramento agrícola nacional.

A metodologia da pesquisa baseia-se na aplicação de tecnologias avançadas de sensoriamento remoto, tanto aéreo quanto orbital, aliadas a modelos de aprendizado de máquina. Esses recursos permitirão automatizar o processo de classificação e segmentação das áreas cafeeiras, além de fornecer subsídios para atualizações periódicas do uso e cobertura do solo.

Embora a atualização periódica e automatizada do cenário agrícola não esteja contemplada diretamente neste convênio, o principal produto da pesquisa será justamente o modelo que possibilitará essa funcionalidade. Com essa ferramenta, a Conab terá melhores condições de aperfeiçoar seus modelos de estimativa de safra e, sobretudo, contribuirá com informações estratégicas para o planejamento de políticas públicas voltadas à produção e ao mercado cafeeiro no âmbito do Governo Federal.

## **6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO**

A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da

administração pública federal?

(  ) Sim

(  ) Não

1. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

## **7. FORMAS POSSÍVEIS DE EXECUÇÃO DOS CRÉDITOS ORÇAMENTÁRIOS:**

A forma de execução dos créditos orçamentários descentralizados poderá ser:

(  ) Direta, por meio da utilização capacidade organizacional da Unidade Descentralizada.

(  ) Contratação de particulares, observadas as normas para contratos da administração pública.

(  ) Descentralizada, por meio da celebração de convênios, acordos, ajustes ou outros instrumentos

congêneres, com entes federativos, entidades privadas sem fins lucrativos, organismos internacionais

ou fundações de apoio regidas pela Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994.

## **8. CUSTOS INDIRETOS (ART. 8, §2º)**

A Unidade Descentralizadora autoriza a realização de despesas com custos operacionais necessários à consecução do objeto do TED?

(  )Sim

(  )Não

O pagamento será destinado aos seguintes custos indiretos, até o limite de 20% do valor global pactuado:

## 9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

METAS	DESCRIPÇÃO	Unidade de Medida	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
META 1	Aquisição e Pré- processamento de Imagens	Unidade				Jan/2026	Jan/2028
PRODUTO 1	Imagens adquiras e processadas						Jan/2028
META 2	Rotulagem de Imagens no QGIS	Unidade				Jan/2026	Jan/2028
PRODUTO 2	Imagens rotuladas						Jan/2028
META 3	Treinamento de Algoritmos	Unidade				Jan/2026	Jan/2028
Produto 3							Jan/2028
META 4	Avaliação e Validação	Unidade				Set/2026	Set/2027
Produto 4	Relatório com os dados validados	Unidade					Jan/2028
META 5	Atualização dos Mapas	Unidade				Set/2026	Jan/2027
Produto 5	Mapas disponibilizados	Unidade					Jan/2027
Valor total							R\$ 234.400,00

<b>Item de despesa</b>	<b>Qtde</b>	<b>Período (meses)</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<i>Bolsas</i>				
Bolsistas de Iniciação Científica	2	24	700,00	33.600,00
Bolsistas de Apoio Técnico	1	24	1.650,00	39.600,00
Bolsistas de Mestrado	1	24	2.900,00	69.600,00
<i>Serviços de terceiros - pessoa jurídica</i>				
Despesa de locomoção	-	12	3.350,00	40.200,00
FEST - Serviço de Apoio Administrativo, Técnico e Operacional (DOA)	1	-	15.334,57	15.334,57
Desenvolvimento de Ensino, Pesquisa e Extensão - DEPE	1	-	13.267,92	13.267,92
<i>Material Permanente</i>				
Drone com sensor RGB	1	-	7.397,51	7.397,51
<i>Diárias</i>				
Diária dentro do estado	50	-	180,00	9.000,00
Diária fora do Estado	20	-	320,00	6.400,00
Total				234.400,00

## **10. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO**

MÊS/ANO	VALOR
Dez/2025	R\$ 78.133,00
Out/2026	R\$ 78.133,00
Out/2027	R\$ 78.134,00
Total	R\$ 234.400,00

## **11. PLANO DE APLICAÇÃO CONSOLIDADO - PAD**

CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA	CUSTO INDIRETO	VALOR PREVISTO
33.90.39 - Serv. de Terceiros - Pessoa Jurídica	Não	219.065,43
3390.39 - Outros Serviços de Terceiro Pessoa Jurídica: Serviço de Apoio Administrativo, Técnico e Operacional (DOA)	Sim	15.334,57

## **12. PROPOSIÇÃO**

Brasília, 2025.

**João Edegar Pretto**  
Diretor – Presidente da Conab

**Silvio Isoppo Porto**  
Diretor Executivo de Política Agrícola e Informações

### 13. APROVAÇÃO

Brasília, 2025.

**Eustáquio Vinícius de Castro**  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Magnífico Reitor

**Samuel de Assis Silva**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Coordenador do Projeto

Brasília, 19 de dezembro de 2025



Documento assinado eletronicamente por **SILVIO ISOPPO PORTO, Diretor (a) Executivo (a) - Conab**, em 19/12/2025, às 09:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º,§ 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOAO EDEGAR PRETTO, Diretor-Presidente - Conab**, em 19/12/2025, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º,§ 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Assis Silva, Usuário Externo**, em 22/12/2025, às 09:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º,§ 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eustaquio Vinicius Ribeiro de Castro, Usuário Externo**, em 22/12/2025, às 10:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º,§ 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site:  
[https://sei.agro.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.agro.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **49198366** e o código CRC **ECD1CECE**.