



MINISTÉRIO DA DEFESA  
SECRETARIA-GERAL - SG  
CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA - CENSIPAM

PROCESSO Nº 60090.000629/2020-71

**PLANO DE TRABALHO Nº 11/2020**

**VINCULADO AO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº 11/CENSIPAM/2020**

**1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA**

**a) UNIDADE DESCENTRALIZADORA**

Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM

Nome da Autoridade Competente: **RAFAEL PINTO COSTA**

Cargo: Diretor-Geral do Censipam

Ato de Nomeação: Portaria nº 471/Casa Civil de 02 de outubro de 2020, publicada no diário Oficial da União de 05 de outubro de 2020.

CPF: 920.322.490-49

Responsável pelo Acompanhamento da Execução do TED: Diretoria de Produtos

**b) UG/SIAFI**

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito: 110511/0001 - Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: 110511/0001 - Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM

CNPJ: 07.129.796/0001-26

**2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA**

**a) UNIDADE DESCENTRALIZADA E RESPONSÁVEL**

Nome do órgão ou entidade descentralizada: Fundação Universidade de Brasília

Nome da autoridade competente: **MÁRCIA ABRAHÃO MOURA**

Número do CPF: 334.590.531-00

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Tecnologia - UnB

**b) UG/SIAFI**

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito: 154040/15257 - Universidade de Brasília

Número e Nome da Unidade Gestora - UG responsável pela execução do objeto do TED: 154040/15257- Universidade de Brasília

**3 - OBJETO**

Pesquisa e desenvolvimento de ferramentas baseadas em aprendizagem de máquina para o monitoramento e detecção de desastres ambientais utilizando imagens multiespectrais de satélites e que sejam efetivos em todas as condições climáticas. Essa tecnologia será desenvolvida na Universidade de Brasília em parceria com a equipe do CENSIPAM, onde a capacitação e a transferência de tecnologia será realizada por meio de apresentações e discussões em diversas etapas do projeto. Essas ferramentas serão entregues para o CENSIPAM no formato de plug-in para o software aberto QGIS, devidamente documentada.

**4 - DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED**

META 0: Apresentação do projeto para a equipe técnica do CENSIPAM, descrever e detalhar as principais etapas do projeto, as possíveis ferramentas e as técnicas de aprendizado de máquina a serem desenvolvidas. Discussão e feedbacks com os envolvidos no projeto. Estimativa de duração de 4h.

META 1: Estudo da literatura, das ferramentas, plataformas, conteúdo (imagens multiespectrais) e sensores satelitais implantados no CENSIPAM. Apresentação e descrição da literatura, das ferramentas e técnicas escolhidas a partir das necessidades do CENSIPAM. Estimativa de duração de 4h.

META 2: Aquisição e montagem da infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento. Instalação de sistemas operacionais, softwares e ferramentas de desenvolvimento.

META 3: Desenvolvimento de ferramenta para a coleta de imagens óticas, de radares (SAR) e marcações manuais (que serão utilizadas como *ground truth*) para os problemas de desmatamento, garimpos e pistas de pouso clandestinas.

META 4: Apresentação dos códigos e das técnicas utilizadas para a automatização da coleta das imagens, com estimativa de duração de 2h. Mudanças e adequações no código devem ser feitas após discussão e feedback.

META 5: Desenvolvimento de ferramentas de adequação para a sobreposição das imagens, registro e compatibilização de resolução espacial.

META 6: Apresentação dos códigos e das técnicas utilizadas para a realização do processamento das imagens, com estimativa de duração de 2h. Mudanças e

adequações no código de processamento devem ser realizadas após a discussão e feedback.

META 7: Composição de banco de dados (imagens) de treinamento (supervisionado), testes e validação para os problemas de desmatamento, garimpos e pistas de pouso clandestinas.

META 8: Desenvolvimento de ferramenta para a coleta de imagens óticas, de radares (SAR), de fontes de calor e marcações manuais (*ground truth*) para o problema de queimadas na Amazônia. Detecção de cicatrizes de queimadas seguido de coleta e processamento de imagens anteriores para extração de parâmetros (temperatura, mudanças de microclima, etc.) que possam ser utilizados como alarmes e como previsão de deslocamento de queimada.

META 9: Apresentação sobre a composição dos bancos de dados para os problemas de desmatamento e de queimadas, da estatística das imagens e dos requisitos básicos que o banco de dados deve ter para que um treinamento possa ser realizado sem *bias* (polarização ou vícios). Estimativa de duração de 2h

META 10: Desenvolvimento dos modelos de aprendizado de máquina. Serão desenvolvidos e treinados diversos modelos que serão comparados. Os modelos de melhor desempenho serão implantados. Os bancos de dados poderão ser retrabalhados nessa etapa.

META 11: Apresentação e detalhamento sobre os modelos de aprendizado de máquina implementados e testados até o primeiro ano do projeto, as métricas de teste e desempenho. Estimativa de duração de 4h. Discussão e feedback com relação aos resultados preliminares.

META 12: Apresentação e detalhamento sobre os modelos de aprendizado de máquina implementados e desempenho. Estimativa de duração de 4h.

META 13: Comparação entre as diversas técnicas de e escolhas das técnicas a serem implementadas no *plug-in*. Adequação dos modelos após discussão e *feedback*. Implementação dos modelos no formato de *plug-ins* para o QGIS.

META 14: Apresentação, treinamento e teste do *plug-in*. Estimativa de duração de 4h. Adequação do *plug-in* após discussão e feedback.

META 15: Desenvolver uma interface para a avaliação do desempenho do modelo de aprendizado de máquina proposto.

META 16: Apresentar a interface desenvolvida e discussão, com duração de 2h. Modificações serão realizadas após discussão e *feedback*.

META 17: Utilização do *feedback* de avaliação para realizar a calibração, retreinamento ou ajustes do modelo inicialmente proposto. Atualização do *plug-in*.

META 18: Apresentação dos modelos atualizados e as melhoras de desempenho baseado nas métricas clássicas. Estimativa de duração de 2h.

META 19: Geração das documentações e manuais do usuário e de manutenção do sistema desenvolvido. Apresentação da documentação e treinamento da equipe operacional e de manutenção. Estimativa de duração de 4h.

META 20: Publicação de artigos científicos de impacto em revistas e conferências, a depender dos resultados e dos prazos de submissão.

## 5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED

Desde a década de 80 o Brasil utiliza imagens de satélite para o combate aos desastres naturais, principalmente em desmatamentos na Amazônia. Inicialmente eram utilizadas imagens fotográficas analógicas. Mas atualmente, com o melhoramento das tecnologias de aquisição (resoluções ópticas, multiespectrais e radar) e a possibilidade de realizar o processamento das imagens no formato digital podemos desenvolver algoritmos que auxiliem no combate aos desastres ambientais de forma mais automatizada.

Essa tecnologia será desenvolvida na Universidade de Brasília em parceria com a equipe do CENSIPAM, onde a capacitação e a transferência de tecnologia serão realizadas por meio de apresentações e discussões em diversas etapas do projeto.

O avanço das áreas da engenharia e da computação permitiram saltos tecnológicos significativos para o aumento do volume de dados, principalmente por conta do aumento da quantidade de satélites lançados, do número de sensores embarcados e maior resolução desses instrumentos. Neste caso, com o aumento do volume de dados, uma capacidade maior de processamento deste conteúdo deve ocorrer, necessitando pessoas e de mais poder computacional.

Atualmente ocorre uma revolução de aplicações de técnicas em aprendizado de máquina (particularmente os baseados em aprendizado profundo) em diferentes problemas, como a compreensão da fala, competição em alto nível em jogos de estratégia (como o Xadrez e o Go), navegação de veículos autônomos, sugestão de consumo (como os que ocorrem no Youtube, Amazon, Netflix e Gmail), roteamento de conteúdo em redes e interpretação de dados complexos, incluindo imagens e vídeos.

Essas técnicas de aprendizado profundo têm sido aplicadas em vários problemas relacionados a Visão Computacional e Reconhecimento de Padrões, uma área com uma grande comunidade internacional que combina instituições da academia e da indústria. Portanto, essa pesquisa tem por objetivo aplicar as técnicas de aprendizado de máquina para a automatização do monitoramento e combate a desastres ambientais (naturais ou não).

Este projeto será dividido em dois grandes problemas: o desmatamento e as queimadas. Apesar de serem problemas distintos e apresentarem particularidades na composição dos bancos de imagens de treinamento, teste e validação, eles serão desenvolvidos utilizando a mesma infraestrutura, linguagem, etc. Cada um desses problemas terá um professor responsável pelo desenvolvimento do projeto junto com os alunos de graduação, mestrado e doutorado. O professor coordenador gerenciará todas as equipes de forma que as equipes se cooperem e não gerem sobreposição.

Uma das grandes dificuldades de se monitorar a Amazônia é sua grande extensão e o difícil acesso, portanto o uso de satélites é uma das melhores soluções encontradas atualmente. No entanto, durante o período de chuvas ou de forte atividade convectiva, os sensores ópticos não são aptos a penetrarem nas nuvens e, portanto, nesses períodos o processo de monitoramento fica prejudicado. Neste projeto, iremos utilizar o imageamento feito por radares de abertura sintética (SAR) que possuem a capacidade de penetração e realizar o imageamento sob cobertura de nuvens. No entanto, esses dados são mais ruidosos e difíceis de processar que as imagens ópticas.

Para se ter uma ideia, o período de chuvas ou forte atividade convectiva na região Amazônica é compreendido entre Novembro e Março, sendo que o período de seca (sem grande atividade convectiva) é entre os meses de Maio e Setembro. Os meses de Abril e Outubro são meses de transição entre um regime e outro.

Neste projeto serão utilizadas as imagens ópticas e as marcações (manuais ou semi-automatizadas) de desastres naturais disponibilizadas pelo INPE e pelo CENSIPAM para gerar uma correspondência com as imagens SAR obtidas do satélite Sentinel 1, ICEYE e outros dados de satélite disponíveis, de forma que tenhamos um banco de dados com o '*ground truth*'. Os principais problemas a serem atacados com esses dados serão o desmatamento, o garimpo clandestino e a detecção de pistas de pouso clandestinas.

Para o monitoramento e alarme de queimadas, iremos adicionar aos dados óptico e SAR além de outros dados como fontes de calor detectadas por satélites, mapas de temperatura, umidade, pressão, vento, etc. A composição do banco de dados para o treinamento do sistema proposto partirá da identificação da cicatriz de queimada e, a partir da geolocalização dessa região, iremos analisar as informações que antecederam a queimada. Neste estudo iremos utilizar o aprendizado de máquina para a realização do processamento de várias fontes de informação para mapear os riscos de incêndio e gerar alarmes para que o combate possa ser realizado. Possivelmente poderemos estimar a propagação das chamas utilizando os dados coletados. Essa informação poderá ser útil no combate ao incêndio ou na evacuação de regiões de risco.

Nos contatos iniciais com a UNB, foi constatado que o desafio tecnológico para se atingir os objetivos dessa empreitada são grandes. A necessidade de pesquisa por parte da UNB mostrou-se como uma realidade e como uma justificativa para a UNB ser escolhida como parceira pelo CENSIPAM. Nas reuniões seguintes, a UNB reafirmou sua capacidade técnica no assunto, demonstrando possuir pesquisadores e recursos técnicos em quantidade e qualidade suficientes para suportar a pesquisa supracitada, assegurando, assim, sua competência para o atingimento do objetivo fim.

No tocante à UNB, esse projeto se alinha grandemente à sua missão, qual seja: "produzir, integrar e divulgar conhecimento, formando cidadãos comprometidos

com a ética, a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável” . Dessa forma, a UNB demonstrou ter grande interesse neste projeto, tanto pelo desafio de pesquisa, quanto à aderência à sua missão. Por fim, a “divulgação” do conhecimento que será gerado neste projeto, parte da missão da UNB, muito interessa ao CENSIPAM que, ao final do projeto, ganhará, além dos *plug-in* de detecção de mudanças para os softwares do CENSIPAM, o conhecimento gerado nesse processo.

6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO

A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da administração pública federal?

- ☐ Sim
- ☒ Não

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:

1. Custos indiretos Universidade – R\$ 101.788,55
2. Despesas Operacionais e Administrativas – R\$ 120.925,19

9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Meta	Descrição	Indicador Físico	Unidade de medida	Quant.	Valor unitário	Valor Total	Início	Fim
M0	Apresentação do projeto para a equipe técnica do CENSIPAM, descrever e detalhar as principais etapas do projeto, as possíveis ferramentas e as técnicas de aprendizado de máquina a serem desenvolvidas. Discussão e feedbacks com os envolvidos no projeto. Estimativa de duração de 4h.	Slides	hora-aula	04	9.797,34	39.189,36	Mês 1	Mês 3
M1	Estudo da literatura, das ferramentas, plataformas, conteúdo (imagens multiespectrais) e sensores satelitais implantadas no CENSIPAM. Apresentação e descrição da literatura, das ferramentas e técnicas escolhidas a partir das necessidades do CENSIPAM. Estimativa de duração de 4h.	Slides	Hora-aula	04	17.891,40	71.925,60	Mês 1	Mês 5
M2	Aquisição e montagem da infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento. Instalação de sistemas operacionais, softwares e ferramentas de desenvolvimento.	Infraestrutura de hardware e software	Unidade	01	225.191,80	225.191,80	Mês 2	Mês 8
M3	Desenvolvimento de ferramenta para a coleta de imagens óticas, de radares (SAR) e marcações manuais (que serão utilizadas como ground truth) para os problemas de desmatamento, garimpos e pistas de pouso clandestinas.	Código	Unidade	01	39.189,36	39.189,36	Mês 4	Mês 7
M4	Apresentação dos códigos e das técnicas utilizadas para a automatização da coleta das imagens, com estimativa de duração de 2h. Mudanças e adequações no código devem ser feitas após discussão e feedback.	Slides	Hora-aula	02	13.063,12	26.126,24	Mês 6	Mês 7
M5	Desenvolvimento de ferramentas de adequação para a sobreposição das imagens, registro e compatibilização de resolução espacial, (geometria e radiometria), etc.	Código	Unidade	01	26.126,24	26.126,24	Mês 5	Mês 6
M6	Apresentação dos códigos e das técnicas utilizadas para a realização do processamento das imagens, com estimativa de duração de 2h. Mudanças e adequações no código de processamento devem ser realizadas após a discussão e feedback.	Slides	Hora-aula	02	13.063,12	26.126,24	Mês 6	Mês 7
M7	Composição de banco de dados (imagens) de treinamento (supervisionado), testes e validação para os problemas de desmatamento, garimpos e pistas de pouso clandestinas.	Banco de dados	Unidade	01	52.252,48	52.252,48	Mês 6	Mês 9
M8	Desenvolvimento de ferramenta para a coleta de imagens óticas, de radares (SAR) e marcações manuais (ground truth) para o problema de queimadas na Amazônia. Detecção de cicatrizes de queimadas seguido de coleta e processamento de imagens anteriores para extração de parâmetros (temperatura, mudanças de microclima, etc.) que possam ser utilizados como alarmes.	Banco de dados	Unidade	01	78.378,70	78.378,70	Mês 4	Mês 9
M9	Apresentação sobre a composição dos bancos de dados para os problemas de desmatamento e de queimadas, da estatística das imagens e dos requisitos básicos que o banco de dados deve ter para que um treinamento possa ser realizado sem bias (polarização ou vícios). Estimativa de duração de 2h	Slides	Hora-aula	02	6.531,56	13.063,12	Mês 9	Mês 9

M10	Desenvolvimento dos modelos de aprendizado de máquina. Serão desenvolvidos e treinados diversos modelos que serão comparados. Os modelos de melhor desempenho serão implantados. Os bancos de dados poderão ser retrabalhados nessa etapa.	Código e modelo treinado	Unidade	01	117.568,10	117.568,10	Mês 9	Mês 17
M11	Apresentação e detalhamento sobre os modelos de aprendizado de máquina implementados e testados até o primeiro ano do projeto, as métricas de teste e desempenho. Estimativa de duração de 4h. Discussão e feedback com relação aos resultados preliminares.	Slides	Hora-aula	04	3.265,78	13.063,12	Mês 14	Mês 14
M12	Apresentação e detalhamento sobre os modelos de aprendizado de máquina implementados e desempenho. Estimativa de duração de 4h. Comparação entre as diversas técnicas de e escolhas das técnicas a serem implementadas no plug-in. Adequação dos modelos após discussão e feedback.	Slides	Hora-aula	04	6.531,56	26.126,24	Mês 17	Mês 18
M13	Implementação dos modelos no formato de plug-ins para o QGIS.	Código e ferramenta	Unidade	01	39.189,36	39.189,36	Mês 17	Mês 19
M14	Apresentação, treinamento e teste do plug-in. Estimativa de duração de 4h. Adequação do plug-in após discussão e feedback.	Slide e ferramenta	Hora-aula	04	6.531,56	26.126,24	Mês 19	Mês 20
M15	Desenvolver uma interface para a avaliação do desempenho do modelo de aprendizado de máquina proposto.	Código e entrega	Unidade	01	39.189,36	39.189,36	Mês 20	Mês 22
M16	Apresentar a interface desenvolvida e discussão, com duração de 2h. Modificações serão realizadas após discussão e feedback.	Slide e ferramenta	Hora-aula	02	13.063,12	26.126,24	Mês 22	Mês 23
M17	Utilização do feedback de avaliação para realizar a calibração, retreinamento ou ajustes do modelo inicialmente proposto. Atualização do plug-in.	Código e modelo treinado	Unidade	01	78.378,70	78.378,70	Mês 22	Mês 27
M18	Apresentação dos modelos atualizados e as melhoras de desempenho baseado nas métricas clássicas. Estimativa de duração de 2h.	Slides	Hora-aula	02	19.594,68	39.189,36	Mês 25	Mês 27
M19	Gerar as documentações e manuais do usuário e de manutenção do sistema desenvolvido. Apresentação da documentação e treinamento da equipe operacional e de manutenção. Estimativa de duração de 4h.	Slides e documentos	Hora-aula	04	19.594,68	78.378,72	Mês 22	Mês 27
M20	A depender dos resultados e dos prazos de submissão serão publicados artigos científicos de impacto em revistas e conferências.	Publicação de artigos e participação de conferências	Unidade	04	83.155,91	332.623,64	Mês 10	Mês 27

**10. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO**

MÊS/ANO	VALOR
1º ano 1	R\$ 1.413.168,22

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

CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA	CUSTO INDIRETO	VALOR PREVISTO
33.90.39 – Serviços de Terceiro Pessoa Jurídica	Não	R\$ 1.083.454,48
33.90.39 – Serviços de Terceiro Pessoa Jurídica	Sim	R\$ 222.713,74
44.90.39 – Outros Serviços de Terceiros – Pessoa Jurídica ( <i>Material Permanente</i> )	Não	R\$107.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>R\$ 1.413.168,22</b>

**12. PROPOSIÇÃO - UNIDADE DESCENTRALIZADA**

<p style="text-align: center;"><i>Assinado Eletronicamente</i> MÁRCIA ABRAHÃO MOURA Reitora a Universidade de Brasília</p>
--

**13. APROVAÇÃO - UNIDADE DESCENTRALIZADORA**

*Assinado Eletronicamente*  
RAFAEL PINTO COSTA  
Diretor-Geral do Censipam



Documento assinado eletronicamente por **Márcia Abrahão Moura, Usuário Externo**, em 23/12/2020, às 20:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 1º, art. 6º, do Decreto nº 8.539 de 08/10/2015 da Presidência da República.



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Pinto Costa, Diretor(a) Geral**, em 24/12/2020, às 08:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 1º, art. 6º, do Decreto nº 8.539 de 08/10/2015 da Presidência da República.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [https://sei.defesa.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.defesa.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), o código verificador **3040510** e o código CRC **ACD3496F**.