



Departamento de Ciência da Computação
Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais

Plano de Trabalho

Desenvolvimento de uma Estrutura de Redução de Custos para a Criação de Modelos de Aprendizado de Máquina

Título Público: Desenvolvimento de uma Estrutura de Redução de Custos para a Criação de Modelos de Aprendizado de Máquina

Descrição Pública: Desenvolvimento de uma Estrutura de Redução de Custos para a Criação de Modelos de Aprendizado de Máquina

s/a

**Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Parceria com a
KUNUMI S/A e KUNUMI LTDA**

Interveniente Administrativo-Financeiro: FUNDEP

Coordenador: Prof. Frederico Gadelha Guimarães

Subcoordenador: Prof. Adriano Veloso

Versão: 26/12/2024

Sumário

[INTRODUÇÃO](#)

[IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO](#)

[OBJETIVO](#)

[PESQUISA E DESENVOLVIMENTO](#)

[ASPECTOS INOVADORES](#)

[PLANO DE ATIVIDADES](#)

[CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES](#)

[PREMISSAS](#)

[RESTRICOES](#)[RISCOS IDENTIFICADOS](#)[RESULTADOS ESPERADOS DO PROJETO](#)[CONTRAPARTIDA ECONÔMICA](#)[ORÇAMENTO DO PROJETO](#)[CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO](#)[COORDENAÇÃO E EQUIPE DO PROJETO](#)

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Plano de Trabalho do projeto “Desenvolvimento de uma Estrutura de Redução de Custos para a Criação de Modelos de Aprendizado de Máquina”, a ser realizado através de uma parceria entre a **KUNUMI Serviços em Tecnologia da Informação S/A** e a **KUNUMI Serviços e Pesquisas Ltda** doravante denominada simplesmente KUNUMI, e a Unidade EMBRAPII do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), doravante denominada simplesmente “UE DCC/UFMG”.

A KUNUMI é uma empresa brasileira, proponente em Aprendizagem de Máquina e Ciência de Dados, e pretende compartilhar conhecimento e contribuir com o fomento de pesquisa científica de potencial transformador e impacto positivo para a sociedade. Desde sua fundação, atuou em inúmeros parceiros dos segmentos de cidades, cultura, saúde, engenharia e negócios, aportando conhecimento no estado da arte em IA para a solução de problemas complexos e sofisticados. Ao mesmo tempo, se manteve próximo a instituições acadêmicas - brasileiras e internacionais - de ponta, não apenas colaborando em projetos multidisciplinares, aportando conhecimento em IA e/ou recursos financeiros advindos de sua margem obtida no mercado, mas também se mantendo próximo aos avanços na Aprendizagem de Máquina e/ou aprendendo sobre outros domínios do conhecimento, o que acredita ser o único caminho para a geração de valor dessa tecnologia no mundo real. A UE DCC/UFMG atua na área de competência de aprendizado de máquina em diversas aplicações, desenvolvendo plataformas computacionais para tratar componentes físicos, virtuais e sociais em diferentes escalas e suportadas por tecnologias diversas em todas as atividades humanas. As linhas de atuação da UE DCC/UFMG são:

- Prospecção e Monitoramento de Dados;
- Gestão da Informação;
- Mecanismos para Tomada de Decisão e Atuação.

Proposição de projeto

A ciência de dados é um campo que abrange uma vasta gama de processos, desde a coleta e pré-processamento de dados até a modelagem e análise dos resultados. Cada uma dessas etapas possui suas próprias complexidades e desafios, exigindo ferramentas específicas para lidar com diferentes tipos de dados e necessidades. Por exemplo, na etapa de coleta e limpeza de dados, bibliotecas como Pandas e ferramentas de ETL (Extração, Transformação e Carregamento) são essenciais para organizar, transformar e estruturar os dados de forma que possam ser analisados posteriormente. Na fase de análise exploratória, a visualização com ferramentas como Matplotlib ou Seaborn é fundamental para entender padrões e comportamentos, enquanto algoritmos de machine learning e deep learning, como os implementados em frameworks como Scikit-learn, TensorFlow e PyTorch, são necessários para construir modelos preditivos e extrair insights complexos. Cada uma dessas bibliotecas e frameworks oferece uma vasta quantidade de possíveis algoritmos/ferramentas.

Um ferramental diversificado é importante porque projetos de ciência de dados geralmente lidam com problemas multifacetados que não podem ser resolvidos com uma abordagem única. A capacidade de utilizar ferramentas diferentes e adaptar-se a contextos específicos aumenta as chances de sucesso do projeto, permitindo que o cientista de dados escolha a melhor técnica ou tecnologia para cada situação. Além disso, o uso de ferramentas adequadas e variadas contribui para a escalabilidade, reprodutibilidade e

automação do processo, garantindo que os resultados sejam confiáveis e possam ser replicados ou ampliados conforme um projeto de ciência de dados evolui. A flexibilidade no uso de tecnologias e algoritmos também possibilita a integração de novos métodos e a atualização constante de práticas, mantendo o trabalho alinhado às tendências e avanços do campo.

A KUNUMI tem interesse em desenvolver uma estrutura que possibilite a catalogação e utilização de ferramentas para cada etapa da ciência de dados. Tal estrutura será capaz de reduzir o custo/risco na criação de modelos de aprendizado de máquina.

Este projeto se enquadra nas linhas de atuação Prospecção e Monitoramento de Dados; Gestão da Informação; e Mecanismos para Tomada de Decisão e Atuação da UE DCC/UFMG. Neste contexto, a UE DCC/UFMG espera, com este projeto, contribuir com o desenvolvimento de soluções inovadoras que trarão maior eficiência no processo de criação de ciência de dados pela KUNUMI. Este projeto foca em aspectos relacionados à otimização e automação do processo de ciência de dados, a qual este documento se refere como *modelo KUNUMI para redução de custo da ciência de dados*.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

TÍTULO: Desenvolvimento de uma Estrutura de Redução de Custos para a Criação de Modelos de Aprendizado de Máquina

TIPO: Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

ÁREA DE CONHECIMENTO: Aprendizado de Máquina. Inteligência Artificial.

Identificação do Partície 1 - UFMG

CNPJ: 17.217.985/0001-04

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, CEP 31.270-901, Belo Horizonte, MG.

Representante legal: Sandra Regina Goulart Almeida.

Cargo: Reitora.

CI: M-2.773.517

CPF: 452.170.336-49

Telefone: (31) 3409-4124

E-mail: reitor@ufmg.br

Identificação do Partície 2 - KUNUMI S/A

Razão Social: KUNUMI SERVIÇOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO S/A

CNPJ: 24.477.718/0001-31

Endereço: Rua Rio Grande do Norte, 1435, Sala 708, Savassi, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP: 30.130-138.

Representantes legais

Nome: Alberto Colares

Cargo: CEO

CPF: 818.097.436-72

Telefone: (11) 97370-6767

E-mail: alberto@kunumi.ai

Nome: Mauricio Zuardi

Cargo: CEO

CPF: 260.677.618-66

Telefone: (11) 97370-6767

E-mail: mauricio@kunumi.ai

Identificação do Partícipe 3 - KUNUMI LTDA

Razão Social: KUNUMI SERVIÇOS E PESQUISAS LTDA

CNPJ: 32.182.953/0001-04

Endereço: Rua Rio Grande do Norte, 1435, Sala 708, Savassi, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP: 30.130-138.

Representantes legais

Nome: Alberto Colares

Cargo: CEO

CPF: 818.097.436-72

Telefone: (11) 97370-6767

E-mail: alberto@kunumi.ai

Nome: Mauricio Zuardi

Cargo: CEO

CPF: 260.677.618-66

Telefone: (11) 97370-6767

E-mail: mauricio@kunumi.ai

KUNUMI SERVIÇOS EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO S/A e KUNUMI SERVIÇOS E PESQUISAS LTDA doravante denominadas KUNUMI.

COORDENAÇÃO DO PROJETO - UFMG

Coordenadores:

Frederico Gadelha Guimarães

SIAPE: 1.571.866 **Telefone:** (31) 99400-5997 **Ramal UFMG-** 5849

E-mail: fredericoguimaraes@ufmg.br

Setor de lotação: Departamento de Ciência da Computação - DCC

Adriano Alonso Veloso

SIAPE: 1741193-1 **Telefone:** (32) 984161098 **Ramal UFMG-** 5579

E-mail: adrianov@dcc.ufmg.br

Setor de lotação: Departamento de Ciência da Computação - DCC

COORDENAÇÃO DO PROJETO - KUNUMI

Coordenador(a): Marcelo Xavier

CPF: 042.958.596-99 **Telefone:** (11) 97370-6767

E-mail: marcelo@kunumi.ai**Cargo:** Head de Parcerias Acadêmicas**Departamento/Setor:** Pesquisa e Desenvolvimento / Pesquisa e Desenvolvimento em Processos

3. OBJETIVO

A KUNUMI pretende desenvolver um projeto que permita facilitar a orquestração de ferramentas de ciência de dados. O objetivo do projeto é sumarizado a seguir:

- Criação de um ambiente ou interface para facilitar o uso de ferramentas de ciência de dados
- Catalogação das ferramentas através de metadados descritivos, e utilização de LLMs capazes de mapear descrições de problemas com descrições de ferramentas.

Mais especificamente, este projeto objetiva a pesquisa e o desenvolvimento de uma estrutura de redução de custo na criação de modelos de aprendizado de máquina. O objetivo é desenvolver uma interface de catalogação e orquestração de ferramentas nas diferentes etapas do processo de ciência de dados.

4. PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

O processo de criação de modelos de aprendizado de máquina é composto de diversas etapas, desde o entendimento do problema, depois a aquisição e estruturação dos dados, e finalmente o treinamento do modelo. É um processo extremamente complexo, e para cada etapa há um amplo conjunto de ferramentas/algoritmos a ser utilizado. Ter um conjunto de ferramentas catalogadas e descritas de forma a facilitar a escolha e utilização das ferramentas mais apropriadas é uma grande vantagem. Nossa proposta de solução se dá através do desenvolvimento de uma estrutura capaz de manter uma relação semântica entre as ferramentas de ciência de dados e os desafios técnicos dos problemas de interesse.

Este projeto se enquadra nas linhas de atuação “Prospecção e Monitoramento de Dados; Gestão da Informação; e Mecanismos para Tomada de Decisão e Atuação” da UE DCC/UFMG.

A solução emprega técnicas de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural de forma a permitir o desenvolvimento de uma estrutura de orquestração de ferramentas. A UE DCC/UFMG dispõe de pessoal com conhecimento técnico necessário de forma a contribuir para o sucesso do projeto.

Neste contexto, a UE DCC/UFMG espera, com este projeto, contribuir com a KUNUMI permitindo o desenvolvimento de soluções inovadoras que trarão maior competitividade no mercado, além de agregar valor e melhorar o processo produtivo da KUNUMI.

5. ASPECTOS INOVADORES

Os aspectos de inovação deste projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) estão no desenvolvimento de algoritmos, técnicas e tecnologias de aprendizado de máquina capazes de modelar um processo extremamente sofisticado e complexo, a saber, a criação de modelos de aprendizado de máquina. Em outras palavras, a inovação consiste no ineditismo em se criar uma estrutura capaz de catalogar e orquestrar um conjunto amplo de ferramentas de ciência de dados. A UE-DCC/UFMG possui o conhecimento necessário para produzir esses algoritmos, técnicas e tecnologias que ainda não foram criadas nem na academia e nem estão disponíveis no mercado.

6. PLANO DE ATIVIDADES

O projeto será executado em múltiplas etapas e as atividades para o desenvolvimento de cada macroentrega são descritas a seguir. É indicado o mês de vigência do projeto em que cada atividade será concluída, bem como suas entregas.

ETAPA	DESCRÍÇÃO DAS ATIVIDADES	MACROENTREGA
-------	--------------------------	--------------

Etapa 1: Pesquisa inicial.	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento bibliográfico. Identificação e avaliação de soluções existentes. 	Macroentrega 1: Relatório com os resultados do levantamento bibliográfico.
Etapa 2: Design e preparação do setup experimental.	<ul style="list-style-type: none"> Definição das ferramentas a serem desenvolvidas e catalogadas na estrutura. Preparação do ambiente de desenvolvimento. 	Macroentrega 2: Relatório com a descrição das ferramentas escolhidas.
Etapa 3: Provas de conceito.	<ul style="list-style-type: none"> Definição das PoCs com datasets que apresentam desafios relacionados às ferramentas escolhidas. Levantamento dos dados. 	Macroentrega 3: Relatório com a descrição das PoCs e justificativa para as ferramentas escolhidas.
Etapa 4: Implementação.	<ul style="list-style-type: none"> Implementação das ferramentas e catalogação das mesmas na estrutura. Avaliação do desempenho das ferramentas e impacto no custo do processo de ciência de dados. 	Macroentrega 4: Relatório com os passos de implementação das ferramentas.
Etapa 5: Refinamento e otimização.	<ul style="list-style-type: none"> Refinamentos das ferramentas conforme experiências no desenvolvimento das PoCs. Avaliação do desempenho das ferramentas. 	Macroentrega 5: Relatório com os resultados dos refinamentos desenvolvidos.

7. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

A tabela abaixo apresenta a estimativa de duração de cada uma das etapas do projeto. O cronograma de execução deste projeto prevê o prazo de 12 (doze) meses.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETAPA 1												
ETAPA 2												
ETAPA 3												
ETAPA 4												
ETAPA 5												

Tabela 1. Cronograma (em meses) mostrando cada uma das etapas do projeto. Células em vermelho correspondem ao mês de entrega.

8. PREMISSAS

As seguintes premissas foram consideradas verdadeiras para o sucesso do projeto:

1. A KUNUMI deverá validar as entregas em até 10 (dez) dias úteis, e comunicar quaisquer solicitações de alterações por escrito à equipe da UE DCC-UFMG. Caso nenhuma comunicação seja recebida neste período, as entregas serão consideradas aceitas sem modificações.
2. Mudanças no escopo deverão ser acordadas entre ambas as partes.
3. Haverá participação efetiva da equipe técnica da KUNUMI na identificação e avaliação dos resultados obtidos, no esclarecimento das dúvidas da equipe da UE DCC/UFMG;
4. A KUNUMI se compromete a fornecer os dados relacionados aos processos de produção, bem como os desfechos em relação à observação de defeitos específicos.;
5. A UE DCC/UFMG e a KUNUMI estarão comprometidos a fornecer pessoal necessário e adequado para execução do projeto, de acordo com o contrato estabelecido entre as partes;
6. O cumprimento do cronograma do projeto está condicionado à reserva de agenda pela equipe da KUNUMI para reuniões, entrevistas, oficinas e validações dos artefatos gerados no projeto;
7. A UE DCC/UFMG terá plena autonomia em relação à definição e gerenciamento de sua equipe;
8. As equipes da UE DCC/UFMG e KUNUMI deverão fazer acompanhamento periódico do projeto em relação ao andamento de suas atividades.
9. A UE DCC/UFMG detém conhecimento prévio de soluções baseadas em algoritmos de aprendizado de máquina e a pesquisa feita neste projeto acrescentará ao conhecimento existente especificidades para atender ao escopo do projeto;
10. Para as comunicações do projeto entre as equipes da UE DCC/UFMG e da KUNUMI serão utilizados os seguintes recursos:
 - E-mail: no início do projeto será distribuída uma lista com o endereço eletrônico dos principais envolvidos em cada fase do projeto;
 - Telefone: será mantida também uma lista com os contatos dos envolvidos;
 - Reuniões: sempre que julgarem necessário, tanto a equipe técnica da UE DCC/UFMG quanto a equipe da KUNUMI poderão solicitar reuniões para esclarecimento de dúvidas e resolução de pendências do projeto. No início do projeto, o cronograma e periodicidade das reuniões de acompanhamento do projeto serão definidos entre UE DCC/UFMG e a KUNUMI.

9. RESTRIÇÕES

As seguintes restrições são consideradas verdadeiras para o sucesso do projeto:

- Os aportes financeiros recebidos como doação pela KUNUMI para a consecução dos objetivos estabelecidos no Plano de Trabalho não serão considerados recursos financeiros aportados no projeto, ainda que utilizados na execução do mesmo, constituindo-se, portanto, em mera liberalidade por parte da KUNUMI;
- O desembolso do aporte financeiro do projeto está condicionado ao cumprimento das macroentregas descritas neste Plano de Trabalho;
- Os resultados e/ou entregas previstos neste projeto pertencem ao nível de maturidade 4 (de acordo com escala TRL^[11]), envolvendo prova de conceito e validação funcional dos algoritmos e tecnologias em ambiente de laboratório.

10. RISCOS IDENTIFICADOS

Os riscos inicialmente identificados para este projeto são:

- Atraso no aporte da empresa.
- Possíveis dificuldades na obtenção dos dados, juntamente com a empresa, para avaliação das soluções sendo desenvolvidas.

- Obtenção de resultados abaixo do esperado devido à qualidade dos dados, mudanças de características dos cenários monitorados ou presença de ambientes de monitoramento muito heterogêneos para um dado problema.
- Obtenção de resultados abaixo do esperado pelos módulos desenvolvidos devido a riscos naturais associados à atividade de pesquisa.

A UE DCC/UFMG juntamente com a KUNUMI se compromete na identificação e gerenciamento de riscos durante todo o projeto e no seu tratamento de modo a aumentar a probabilidade e os impactos dos eventos positivos, reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto usando estratégias adequadas de mitigação e ações de resposta aos riscos.

11. RESULTADOS ESPERADOS DO PROJETO

Muitos resultados positivos devem ser alcançados com este projeto. Os mais importantes são:

- Desenvolvimento e implementação de uma interface para catalogação e orquestração de ferramentas de ciência de dados;
- Solução de problemas práticos que sejam relacionados a desafios apresentados pela KUNUMI durante o desenvolvimento do projeto;
- Identificação contínua de novas linhas de pesquisa relevantes que possam ser conduzidas durante o projeto;
- Troca de experiência entre pesquisadores da UE-DCC/UFMG e da KUNUMI.

12. CONTRAPARTIDA ECONÔMICA

A contrapartida da UE DCC/UFMG pode incluir infraestrutura (laboratórios, equipamentos, redes de tecnologia de informação, materiais de apoio), recursos humanos, conhecimento e documentação acadêmicos, diárias/passagens e despesas de locomoção, serviços de terceiros (pessoa física e jurídica), despesas de infraestrutura (água, energia elétrica e segurança), despesas de suporte operacional, e/ou uso de software de P,D&I próprios. Ainda mais, a Portaria 03/2019 da Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento da UFMG define o percentual de contrapartida levando em consideração os custos indiretos e a depreciação da infraestrutura durante a execução do projeto.

Dessa forma, como contrapartida econômica da UE DCC/UFMG foi adotada uma estimativa média de 12% na composição do orçamento do projeto. Este percentual é composto por duas parcelas. A primeira (7%) é relativa aos custos indiretos e segue a metodologia e custos indiretos da UFMG, previstos na Portaria 03/2019. A segunda parcela se refere ao suporte operacional e infraestrutura na gestão da UE DCC/UFMG (5%). Reforçando, não haverá dispêndio direto de recursos pela Universidade.

A contrapartida da KUNUMI será financeira.

13. ORÇAMENTO DO PROJETO

O valor total do orçamento do projeto é de **R\$ 880.000,00** (oitocentos e oitenta mil reais) e é composto da seguinte forma:

Recursos Financeiros		Contrapartida. Econômica (não financeira)
EMBRAPII	KUNUMI	
R\$ 290.400,00	R\$ 484.000,00	R\$ 105.600,00

As despesas previstas para este projeto são:

Rubricas	Valor
----------	-------

Pessoal	R\$ 642.400,00
Material de consumo (componentes protótipo/solução)	R\$0,00
Passagens e despesas de locomoção	R\$0,00
Serviços de terceiros - pessoa física e jurídica	R\$0,00
FUNDEP	R\$ 132.000,00
Contrapartida Econômica UE DCC/UFMG	R\$ 105.600,00
TOTAL DO ORÇAMENTO	R\$ 880.000,00

Os recursos financeiros serão administrados pela FUNDEP. Para isto será repassado para a FUNDEP o valor total de R\$132.000,00 (cento e trinta e dois mil reais) em decorrência da gestão administrativa e despesas de suportes operacionais do projeto conforme Manual de Operações da EMBRAPII versão 6.

14. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

O aporte (desembolso) dos recursos financeiros para a execução deste projeto será feito conforme a tabela abaixo:

Mês	KUNUMI	EMBRAPII
1	R\$ 72.600,01	R\$ 89.925,00
3	R\$ 96.800,00	R\$ 40.095,00
5	R\$ 96.800,00	R\$ 40.095,00
7	R\$ 193.600,00	R\$ 60.142,50
10	R\$ 24.199,99	R\$ 60.142,50

Os aportes devem ser feitos pela KUNUMI até o quinto dia útil, após a emissão da fatura emitida e enviada pela FUNDEP.

15. COORDENAÇÃO E EQUIPE DO PROJETO

Para a coordenação do projeto a UE DCC/UFMG designa os professores Frederico Gadelha CPF: 037.660.966-48 e Adriano Alonso Veloso, CPF: 037.336.476-88, que serão responsáveis pelo bom andamento do projeto no que se refere à orientação da equipe, definição das diretrizes técnicas e de pesquisa durante todo o projeto, bem como o cumprimento das metas acordadas entre as partes.

A KUNUMI por sua vez, designa Marcelo Xavier, CPF: 042.958.596-99, como coordenador técnico de sua parte, que será responsável pela interlocução com a UE DCC/UFMG nos assuntos relacionados à execução do projeto e que tem como atribuições o acompanhamento do projeto como um todo, além do aporte dos recursos financeiros como definido neste plano de trabalho.

Para a execução do projeto será necessária uma equipe de pesquisadores e profissionais, executando tarefas específicas, como descrito na tabela abaixo. Atendendo a Resolução 01/2020 da UFMG a participação dos membros está detalhada no documento de Formalização do Projeto, anexo ao processo.

Membro da Equipe	CPF ou SIAPE	Tarefas
Professor/Coordenador Frederico Gadelha Guimaraes	037.660.966-48	Responsável pela coordenação da pesquisa e do projeto, orientação da criação e desenvolvimento das soluções para os problemas objetos do projeto.
Professor/Coordenador Adriano Alonso Veloso	037.336.476-88	Responsável pela coordenação da pesquisa e do projeto, orientação da criação e desenvolvimento das soluções para os problemas objetos do projeto.
Professor Pesquisador Heitor Ramos		Responsável pela orientação da criação e desenvolvimento das soluções para os problemas objetos do projeto.
2 Bolsistas de doutorado a definir		Responsável pelas atividades de pesquisa, implementação de software e desenvolvimento do projeto.
2 Bolsistas de mestrado a definir		Responsável pelas atividades de pesquisa, implementação de software e desenvolvimento do projeto.
6 Bolsistas de graduação a definir		Responsável pelas atividades de pesquisa, implementação de software e desenvolvimento do projeto.

A atuação dos pesquisadores se dará através de atividades de inovação científica e tecnológica, com concessão de bolsas, sendo que a quantidade de meses, horas dedicadas mensalmente e valores estão no documento de Formalização de Projeto, e atende as Resoluções pertinentes.

Belo Horizonte, data da última assinatura digital dos representantes legais.

Pela UFMG:
Professora Sandra Regina Goulart Almeida
Reitora

Pelas EMPRESAS:
Alberto Colares
CEO

Mauricio Zuardi

Co-CEO

Pela FUNDEP:

Professor Jaime Arturo Ramírez

Presidente

TESTEMUNHAS:

1 - KUNUMI

Marina Barreto Sasaki

2 - UFMG

Prof. Frederico Gadelha Guimarães

Coordenador

^[1] Com base na norma ISO 16290:2013 (ISO/CDIS 16290:2013(E) Space systems - Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. International Organization for Standardization, Switzerland, 2013. 12p.)



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Campos Zuardi, Usuário Externo**, em 06/02/2025, às 10:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marina Barreto Sasaki, Usuário Externo**, em 06/02/2025, às 10:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Gadelha Guimaraes, Coordenador(a)**, em 06/02/2025, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alberto Henrique Duarte Colares, Usuário Externo**, em 07/02/2025, às 12:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sandra Regina Goulart Almeida, Reitora**, em 10/02/2025, às 19:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jaime Arturo Ramírez, Usuário Externo**, em 12/02/2025, às 10:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3946256** e o código CRC **B5B653AF**.

Referência: Processo nº 23072.263184/2024-54

SEI nº 3946256

Criado por [janainaoliveira](#), versão 2 por [janainaoliveira](#) em 06/02/2025 09:03:07.