

PLANO DE TRABALHO

Nome do Projeto:	Predição de readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos utilizando modelos de aprendizado profundo e dados de sensores do <i>Smartwatch</i> e do <i>Smart ring</i> (<i>Predictors of Hospital Readmission after Surgery</i>)
	<READMISSION_SLEEP>
	SRBR250625_0008
Executor Principal:	Universidade Federal do Amazonas

HISTÓRICO DE VERSÕES

Versão	Descrição	Elaborado por	Data
0.0	Primeira versão do Plano de Trabalho	[REDACTED]	17/10/2024
0.1	Revisão Clínica Research	[REDACTED]	20/10/2024
0.2	Segunda versão do Plano de Trabalho	Cícero Costa e Marly	11/11/2024
0.3	Revisão Clínica Research	[REDACTED]	18/11/2024
0.4	Revisão TM	Gláucia Goettenauer	25/11/2024
0.5	Terceira revisão do Plano de Trabalho	Marly Costa e Robson Amorim	30/12/2024
0.7	Revisão TM SRBR	Gláucia Goettenauer	01/01/2025
0.8	Revisão orçamentária	[REDACTED]	07/02/2025
2.0	Versão Final do Plano de Trabalho	[REDACTED]	13/03/2025

SUMÁRIO

Sumário

7.		4
1.	1. INTRODUÇÃO	
	6	
8.	1.1 MODALIDADE	6
9.	1.2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO	6
2.	2. DESCRIÇÃO DO PROJETO	
	7	
10.	2.1 JUSTIFICATIVA	7
11.	2.1.1 COMPLEXIDADE DO PROJETO	9
12.	2.2 OBJETIVO GERAL	9
13.	2.3 OBJETIVO ESPECÍFICO	9
14.	2.4 ESCOPO	9
15.	2.5 CARACTERÍSTICAS INOVADORAS	11
16.	2.6 OUTRAS INFORMAÇÕES EQUACIONAMENTO DA SOLUÇÃO	12
17.	2.6.1 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO	13
18.	2.6.1.1 FASE 1: DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO PARA SMARTWATCH E SMARTRING, E APLICAÇÃO WEB PARA COLETA E ARMAZENAMENTO DA BASE DE DADOS	13
19.	2.6.1.2 FASE 2: ESTUDO PILOTO DO TIPO COORTE PROSPECTIVA COM PACIENTES CIRÚRGICOS	14
20.	2.6.1.3 FASE 3: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE IA PARA PREDIÇÃO DA READMISSÃO HOSPITALAR	18
21.	2.6.2 OS RISCOS ASSOCIADOS À EXECUÇÃO DO PROJETO SÃO LISTADOS A SEGUIR:	19
3.	3. PLANO DE ESCOPO	
	20	
	3.1 ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO	20
	3.2 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	22
22.	3.3 RESULTADOS/ENTREGAS ESPERADAS	24
23.	3.4 INDICADORES DE RESULTADO	25
	3.5 INTERCÂMBIO	25
4.	4. PLANO FINANCEIRO	
	26	
	4.1 RESUMO FINANCEIRO	26
	4.2 DISPÊNDIOS	26

	<i>a. Programas de Computador, Máquinas, Equipamentos, Aparelhos e Instrumentos</i>	<i>26</i>
24.	B. IMPLANTAÇÃO, AMPLIAÇÃO OU MODERNIZAÇÃO DE LABORATÓRIO	27
25.	C. RECURSOS HUMANOS	27
26.	D. MATERIAIS DE CONSUMO	27
27.		27
28.	E. SERVIÇO TÉCNICO DE TERCEIROS.....	27
29.	F. OUTROS CORRELATOS.....	28
30.	G. DESPESAS OPERACIONAIS E ADMINISTRATIVAS E CONSTITUIÇÃO DE RESERVA.....	29
31.	H. INTERCÂMBIO	29
5.	CRONOGRAMA E ACOMPANHAMENTO FINANCEIRO	29
6.	PREVISÃO MENSAL DE DISPÊNDIOS.....	30
5.	REFERÊNCIAS.....	33
6.		

GLOSSÁRIO

Termo	Definição
Android	É um sistema operacional baseado em LINUX, atualmente desenvolvido pela Google, projetado principalmente para dispositivos eletrônicos móveis.
ASA	A classificação de estado físico da Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA) é uma ferramenta importante para avaliação pré-anestésica do paciente.
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CETELI	Centro de P & D em Tecnologia Eletrônicas da Informação
Ebserh	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
ESSE	Escala de Sonolência de Epworth
GDS	<i>A global distribution system is a computerized network system</i>
HUGV	Hospital Universitário Getúlio Vargas
IMC	Índice de Massa Corpórea
IA	Inteligência Artificial
IGI	Índice de Gravidade de Insônia
ICT	Instituto de Ciência e Tecnologia
Keras	É uma interface de programação de alto nível construída sobre o <i>tensorflow</i> para facilitar o desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina.
LACE	O índice LACE é responsável por Tempo de internação (L), Acuidade de admissão (A), Comorbidades (C) índice LACE para prever o alto risco de readmissão em 30 dias
NOSAS	NOSAS score (<i>Neck, Obesity, Snoring, Age, Sex</i>). É uma ferramenta de triagem para apneia obstrutiva do sono
PSQI	Índice de qualidade de sono de Pittsburgh <i>Sleep Quality Index</i>
REDCap	Research Electronics Data Capture é um software de captura de dados eletrônicos e uma metodologia de fluxo de trabalho para desenhar bases de dados de investigação de ensaios clínicos e investigação translacional
Scrum	É uma metodologia ágil de gerenciamento de projeto que utiliza diversas ferramentas para o desenvolvimento iterativo e incremental de software.
Sprint	É um ciclo da metodologia Scrum no qual um time de desenvolvedores trabalha para entregar os valores priorizados pelo cliente.
Tensor Flow	É uma biblioteca de código aberto para computação numérica e machine learning, que permite aos desenvolvedores criarem modelos de aprendizado de máquina
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

1. INTRODUÇÃO

7. 1.1 Modalidade

☐	Interno – Totalmente executado pela empresa
☐	Interno – Atividade-fim projeto executado por terceirizada
☒	Externo – Totalmente executado pela instituição
☐	Externo – Parcialmente executado pela instituição e empresa

8. 1.2 Enquadramento do Projeto

Decreto nº 10.521/2020, de 15 de outubro de 2020

☐	I - Pesquisa básica - trabalho experimental ou teórico executado primariamente para a aquisição de novo conhecimento dos fundamentos subjacentes aos fenômenos e fatos observáveis, sem qualquer aplicação particular ou uso em vista;
☒	II - Pesquisa aplicada - pesquisa original realizada com o objetivo de adquirir conhecimento, a qual é primariamente dirigida a um objetivo ou a um alvo prático específico;
☐	III - desenvolvimento experimental - trabalho sistemático, baseado em conhecimento pré-existente e destinado a produzir novos produtos e processos ou aperfeiçoar os já existentes;
☐	IV - Inovação tecnológica - implementação de produtos, bens e serviços ou de processo tecnológico novo ou significativamente aprimorado;
☐	V - Formação ou capacitação profissional - aquelas de níveis médio, superior ou de pós-graduação, em áreas consideradas prioritárias pelo CAPDA, ou aquelas vinculadas às atividades de que tratam os incisos I ao IV;
☐	VI - Serviços de consultoria científica e tecnológica - estudos, ensaios e testes, atividades de normalização, gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, de gestão tecnológica, de fomento à invenção e à inovação e de gestão e controle da propriedade intelectual gerada nas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, desde que associadas a quaisquer das atividades previstas nos incisos de I ao IV.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1 Justificativa

Readmissões hospitalares são indicadores amplamente utilizados para avaliar a qualidade do cuidado de saúde, principalmente no pós-operatório. Estudos mostram que as readmissões hospitalares não planejadas são comuns e custosas, especialmente em cirurgias de alta complexidade (1). Nos últimos anos, o crescente volume de cirurgias realizadas globalmente e o aumento da complexidade dos procedimentos têm levado a uma alta taxa de readmissões, o que afeta tanto a capacidade hospitalar quanto os custos no sistema de saúde (1). A identificação precoce de pacientes com risco elevado de readmissão é, portanto, crucial para evitar complicações e permitir intervenções preventivas em tempo.

No Brasil, um estudo multicêntrico realizado com 3.392 pacientes pós cirúrgico revelou uma taxa de 4,42% de readmissão hospitalar, porém essa variação depende do tipo de instituição de saúde (2). Os principais preditores foram infecção hospitalar, apneia do sono e arritmias cardíacas, sendo que a apneia do sono esteve associada a um aumento de 11,7% na chance do desfecho (2). Em outros contextos, a taxa de reinternação apresenta variações de 8,5% a 14% (3-5).

Os dispositivos vestíveis (*wearables*), como *smartwatches* e mais recente os *smart rings*, são ferramentas promissoras para monitoramento remoto e contínuo de pacientes. Estes dispositivos fornecem dados em tempo real sobre sinais vitais e podem ser utilizados para detectar anomalias fisiológicas precocemente (6). Esses dados agregados em modelos de inteligência artificial (IA) podem permitir a predição de readmissões inovando a gestão hospitalar (7,8).

Ao propor o desenvolvimento de modelos preditivos para readmissão hospitalar dentro de 30 dias, de pacientes cirúrgicos devido a complicações pós-operatórias, pelo uso de *smartwatch* e *smartring*, o projeto pretende preencher a lacuna existente de modelos preditivos mais precisos. Estes modelos podem ter o potencial de generalização maior em países de baixa e média renda, uma vez que o *status* socioeconômico é um fator impactante para o risco de reinternações.

Adicionalmente, como benefícios secundários, pretende-se conhecer melhor a correlação entre variáveis comportamentais, como qualidade do sono, e fisiológicas, como variação da frequência cardíaca, saturação de oxigênio, inclusive durante o sono, frequência cardíaca e readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos devido a complicações pós-operatórias, possibilitando a obtenção de modelos preditivos mais precisos.

Benefícios para os futuros pacientes:

1. Intervenções precoces: A identificação precoce de pacientes em risco de readmissão permite que medidas preventivas sejam feitas antes que as complicações se agravem.
2. Monitoramento personalizado: Pacientes de alto risco podem receber um monitoramento mais intensivo e personalizado, reduzindo a chance de readmissão e melhorando os resultados pós-operatórios, com intervenções precoces.

3. Redução de complicações: A prevenção de readmissões está associada a uma redução de complicações e a uma recuperação mais rápida e eficaz.
4. Melhoria na qualidade de vida: Evitar readmissões contribui para uma melhor qualidade de vida, já que o paciente passa menos tempo no hospital e mais tempo em casa, em um ambiente mais confortável, e evitando exposição a infecções hospitalares.

Benefícios para o Sistema de Saúde:

1. Redução de custos: Readmissões hospitalares são caras. Reduzi-las pode levar a uma economia significativa de recursos financeiros com serviços de saúde.
2. Eficiência operacional: Com menos readmissões, o sistema de saúde pode utilizar seus recursos de maneira mais eficiente, liberando leitos hospitalares e reduzindo a sobrecarga de trabalho dos profissionais de saúde.
3. Alocação de Recursos: Os modelos preditivos ajudam na melhor alocação de recursos, direcionando-os para os pacientes que mais necessitam de cuidados intensivos.
4. Planejamento e Gestão: Dados precisos de modelos preditivos ajudam na tomada de decisões estratégicas, permitindo um planejamento melhorado (criação de protocolos institucionais, por exemplo) e a gestão eficaz dos cuidados pós-operatórios.
5. Aprimoramento da Qualidade: A redução de readmissões é frequentemente um indicador de qualidade no atendimento hospitalar. Modelos preditivos podem ajudar as instituições a melhorarem seus padrões de atendimento e alcançar melhores avaliações e creditações.

Do ponto de vista acadêmico e científico, a oportunidade que se apresenta com esse projeto é única, na medida em que, na literatura internacional, são escassas as bases de dados correlacionando a readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos com variáveis comportamentais e fisiológicas, coletadas no pré-operatório. Ressalta-se, igualmente, a oportunidade ímpar do desenvolvimento de ferramentas de predição de readmissão hospitalar, utilizando técnicas de IA, a partir de uma base de dados robusta a ser construída e utilizando modelos previamente testados (9,10,11), bem como a publicação de artigos científicos e o fomento de trabalhos de pós-graduação e iniciação científica, tanto na área de saúde, quanto na área de Engenharia.

No contexto empresarial, se apresenta como um modelo a ser aplicado por instituições hospitalares para otimizar recursos e melhorar o acompanhamento pós-operatório de pacientes, gerando economia significativa e melhoria no fluxo hospitalar. Na Amazônia Ocidental, onde o acesso a serviços especializados pode ser limitado, a capacidade de monitorar pacientes remotamente usando *wearables* torna-se uma ferramenta poderosa para garantir um cuidado mais contínuo e integrado, mesmo em áreas remotas. No nível nacional e global, o uso de IA para predição de readmissões representa uma inovação na gestão hospitalar, ao melhorar a eficiência e reduzir custos, com potencial para transformar o cuidado cirúrgico de forma proativa, principalmente em países de baixa e média renda.

2.1.1 Complexidade do projeto

O desenvolvimento de modelos de IA para predição de readmissões é um problema complexo, pois envolve a integração de dados heterogêneos: dados fisiológicos e comportamentais coletados por *wearables*, e dados do histórico médico, como também uma alta variabilidade dos sinais vitais e das condições clínicas dos pacientes. Além do desenvolvimento de um modelo de IA complexo e preciso, esse projeto também se propõe a construir um banco de dados robusto, que envolve questões de privacidade e ética no uso de informações sensíveis. Assim, são grandes os desafios propostos às equipes médica e tecnológica.

2.2 Objetivo Geral

Investigar e desenvolver modelos de IA para predição da readmissão hospitalar em até 30 dias de pacientes cirúrgicos, utilizando técnicas de aprendizagem profunda e dados de sensores de *smartwatch* e *smart ring*

2.3 Objetivo Específico

Os objetivos específicos do projeto são listados a seguir:

- Construir uma base de dados de pacientes submetidos a cirurgia de médio e grande porte com dados fisiológicos e comportamentais, coletados por meio de *wearables* (*smartwatch* e *smart ring*) e monitores multiparamétricos, nas fases pré e pós-operatória, incluindo as primeiras 48 horas de monitoração contínua na UTI;
- Avaliar se existe correlação entre variáveis fisiológicas e do sono, obtidas a partir do *smartwatch* e do *Smartring*, com a readmissão hospitalar, de pacientes submetidos a cirurgia de médio e grande porte;
- Desenvolver aplicativos para utilização em *smart ring* e *smartwatch* na captura de dados fisiológicos e comportamentais de pacientes cirúrgicos na fase pré e pós-operatória;
- Pesquisar e desenvolver modelos de aprendizado de máquina, tais como modelos profundos (redes convolutivas causais e redes recorrentes), ou de modelos clássicos (máquinas de vetores de suporte e árvores de decisão) para predição da readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos;
- Avaliar a associação entre as variáveis de monitoramento do sono geradas por dispositivos *wearables* (*smart ring* e *smartwatch*) e a readmissão hospitalar, em 30 dias, em pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte;
- Comparar a qualidade do sono no período pré-operatório e pós-operatório (14º dia pós-alta)

2.4 Escopo

O escopo do trabalho consiste na obtenção de bases de dados de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte, bem como a pesquisa e o desenvolvimento de novos modelos para a predição de readmissão hospitalar em até 30 dias, investigando as principais variáveis fisiológicas e de sono correlacionadas com essa readmissão. Os dados serão adquiridos pelo uso dos *wearables* (*smartwatch* e

smart ring) pelos pacientes e correlacionados com dados adquiridos por monitores multiparamétricos e de polissonografia. É importante ressaltar que as informações disponibilizadas nesse documento, sobre o protocolo de pesquisa (coleta de dados), referem-se ao desenho inicial do protocolo, de forma que durante o desenvolvimento dessa pesquisa e/ou durante a elaboração do protocolo de pesquisa a ser submetido ao CEP, podem ocorrer alterações. Portanto, as informações e metodologias descritas na versão vigente do protocolo de pesquisa devem prevalecer sobre esse documento.

A seguir detalhamos o escopo das atividades a serem desenvolvidas no projeto para se alcançar o objetivo da pesquisa.

- Atividade 1: Desenvolvimento de aplicativos para coleta de dados fisiológicos e de informações sobre o sono, a partir de *smartwatch* e *Smartring*. Esses aplicativos serão desenvolvidos para o sistema Android. Para o desenvolvimento dos aplicativos será utilizada a metodologia *scrum*. Após o desenvolvimento, um dos membros da equipe de desenvolvimento fará o treinamento da equipe da área de saúde. Durante a fase de coleta, para uma maior segurança, os dados coletados utilizando um software de captura de dados eletrônico (REDCap). Após a etapa de coleta de dados, estes serão transferidos para um servidor de dados local.
- Atividade 2: Coleta de bases de dados de pacientes usando os aplicativos desenvolvidos. Os dados serão coletados de pacientes cirúrgicos do Hospital Universitário Getúlio Vargas. O início da coleta de dados ocorrerá desde 7 dias antes da cirurgia até 30 dias pós-alta hospitalar, ou até a readmissão do paciente, o que ocorrer primeiro.
- Atividade 3: Avaliação da correlação entre os dados fisiológicos e informações sobre o sono com o risco de readmissão hospitalar em 30 dias. Essa avaliação será efetuada pela utilização de um pacote estatístico, como o pacote Stata ou o pacote R.
- Atividade 4: Desenvolvimento de modelos de IA para predição de readmissão hospitalar em 30 dias. O desenvolvimento desses modelos seguirá as seguintes etapas metodológicas: pré-processamento dos dados; escolha de modelos de IA para implementação de ferramentas de predição; treinamento e validação dos modelos; teste e seleção dos melhores modelos. Para o desenvolvimento dos modelos será utilizada a biblioteca *tensorflow* e a interface de programação *keras*. Os modelos serão treinados e avaliados utilizando um servidor de aplicações.

Em relação às atividades citadas, o trabalho não contempla:

- Desenvolvimento de aplicativos para outros tipos de dispositivos vestíveis, que não o *smartwatch* e o *Smartring*.
- Desenvolvimento de aplicativos para outros sistemas operacionais, que não o Android.
- Coleta de dados de pacientes que não aqueles do sistema público de saúde.
- Coleta de dados de pacientes que não foram submetidos a cirurgias de médio e grande porte.

- Avaliação da correlação entre os dados e informações com o risco de readmissão hospitalar em outro período, que não o de 30 dias.
- Predição da readmissão hospitalar em outro período, que não o de 30 dias.

A seguir define-se os entregáveis para cada uma das atividades anteriormente listadas:

Atividade 1:

- Aplicativo para coleta de dados fisiológicos e de informações sobre o sono para *smartwatch*.
- Aplicativo para coleta de dados fisiológicos e de informações sobre o sono para *Smartring*.

Atividade 2:

- Uma base de dados de pacientes adultos submetidos a cirurgias neurológicas e gerais, de grande porte, com pelo menos 192 pacientes e no máximo 300, considerando uma perda de seguimento de 15%.

Atividade 3:

- Relatório com parâmetros de correlação linear, como o coeficiente de Pearson, entre os dados fisiológicos e informações de sono coletados e a readmissão hospitalar em 30 dias.

Atividade 4:

- Um Modelo de Predição de Reinternação de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte com modelos de aprendizado de máquina clássico. E um modelo de predição de um de pacientes submetidos a cirurgias neurológicas de médio e grande porte com aprendizado de máquina clássico.
- Um Modelo de Predição de Reinternação de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte com modelos de aprendizado de máquina profundo com redes recorrentes. E um modelo de predição de pacientes submetidos a cirurgias neurológicas de médio e grande porte com modelos de aprendizado de máquina profundo com redes recorrentes.
- Um Modelo de Predição de Reinternação de pacientes submetidos a cirurgias neurológicas de médio e grande porte com modelos de aprendizado de máquina profundo com redes convolucionais causais.
- Um Modelo de Predição de Reinternação de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte com modelos de aprendizado de máquina profundo com redes convolucionais causais.

2.5 Características Inovadoras

Atualmente, os modelos preditivos para readmissão hospitalar possuem apenas uma precisão moderada (7). Esta limitação é atribuída, em parte, à insuficiência de dados que reflitam com precisão o

estado de saúde pós-operatório dos pacientes. Dados cruciais, como distúrbios do sono e níveis de dor, muitas vezes não são capturados de maneira abrangente, prejudicando a eficácia das previsões.

A crescente proliferação de *smartwatches* e tecnologias vestíveis semelhantes, oferece uma oportunidade única para melhorar o monitoramento contínuo dos pacientes. Esses dispositivos são capazes de coletar dados vitais de saúde em tempo real, incluindo frequência cardíaca, saturação de oxigênio, variabilidade da frequência cardíaca, níveis de atividade física, sono etc. Esta capacidade de monitoramento contínuo pode fornecer uma visão mais detalhada e precisa do estado de saúde dos pacientes, possibilitando intervenções mais rápidas e precisas (6).

Nesse contexto, este projeto propõe duas iniciativas principais de caráter inovador: a construção de um banco de dados abrangente de pacientes que realizaram intervenções cirúrgicas e o desenvolvimento de modelos preditivos avançados para readmissão hospitalar em pacientes cirúrgicos. Ao integrar dados detalhados coletados por tecnologias vestíveis e outras fontes, espera-se melhorar significativamente a precisão dos modelos preditivos. Isso não apenas contribuirá para a redução das taxas de readmissão hospitalar, mas também para a melhoria geral dos cuidados pós-operatórios, fornecendo uma base robusta para intervenções preventivas mais precisas e oportunas.

A disponibilidade de um modelo preditivo preciso, que possibilite prever a readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos, é de extrema relevância, uma vez que possibilitará intervenções preventivas mais eficazes, melhorando a qualidade do atendimento no pós-operatório.

O estudo também é relevante na compreensão de fatores de risco específicos que levam à readmissão, de forma permitir à equipe médica o oferecimento de cuidados personalizados no pós-operatórios, de acordo com as necessidades individuais dos pacientes.

O caráter inovador do projeto também pode ser aferido pelos trabalhos de conclusão de curso, das dissertações e dos trabalhos a serem publicados, conforme citado no item “indicadores de resultado”, de modo a preencher lacuna da literatura científica em cenários de intervenções cirúrgicas, além de mostrar a aplicabilidade dos *smartwatches* e *Smarttrings*, neste contexto.

2.6 Outras Informações Equacionamento da Solução

As readmissões hospitalares, especialmente após procedimentos cirúrgicos, representam um desafio global significativo e um fardo para os sistemas de saúde. Estas readmissões são, muitas vezes, devidas a complicações pós-operatórias que, nem sempre, são previstas e geridas de forma eficaz. Dados dos Estados Unidos de 2018, apontam que houve 3,8 milhões de readmissões hospitalares de adultos, por todas as causas, em 30 dias, com uma taxa de readmissão de 14% e um custo médio de readmissão de US\$15.200 (12). Entre as várias complicações que contribuem para essas readmissões, os distúrbios do sono pós-operatórios destacam-se como uma ocorrência comum com efeitos adversos significativos nos pacientes, incluindo atraso na recuperação, comprometimento da função cognitiva, sensibilidade à dor e eventos cardiovasculares. Esses distúrbios, como a apneia obstrutiva do sono, foram identificados como fatores de

risco independentes para readmissão hospitalar dentro de 30 dias após a alta, demonstrando a necessidade de uma gestão eficaz do sono no período pós-operatório para reduzir as readmissões (3).

O desafio de reduzir o número de readmissões será equacionado pelo conhecimento sobre quais variáveis fisiológicas e do sono do paciente têm maior influência sobre a readmissão hospitalar. Com esse intuito, será construída uma base de dados robusta com informações de variáveis fisiológicas e informações sobre o sono do paciente, obtidos em tempo real, por dispositivos vestíveis, *smartwatch* e *Smart ring*. A avaliação da correlação entre os dados coletados e a readmissão hospitalar permitirá atingir-se um novo patamar de conhecimentos sobre o problema e permitirá o desenvolvimento de novas ferramentas de IA, com o objetivo de prever a ocorrência ou não de uma readmissão hospitalar. Ferramentas de predição de IA já são utilizadas na literatura com outros fins (9-11). A contribuição capital do trabalho ora apresentado é a proposta de modelos de IA, submetidos a um amplo estudo de avaliação, para a definição das melhores arquiteturas das ferramentas de IA, tanto clássicas como profundas, que permitam obter um desempenho ótimo para o problema de predição de readmissão hospitalar. Este será um estudo de coorte prospectiva, unicêntrico, com pacientes submetidos à cirurgia eletiva no principal hospital terciário do Amazonas. Dentro do nosso conhecimento, a proposta deste trabalho é inovadora no contexto internacional.

2.6.1 Metodologia e estratégia de ação

A metodologia compreende as seguintes etapas:

Fase 1: Desenvolvimento de uma aplicação para *smartwatch* e *Smart ring*, e aplicação web para coleta e armazenamento de uma base de dados sincronizada com dados fisiológicos e comportamentais. Desenvolvimento de aplicação para coleta de informações de monitores multiparamétricos.

Fase 2: Estudo do tipo coorte prospectiva com pacientes submetidos à cirurgia eletiva desde a admissão hospitalar até 30 dias pós-alta ou readmissão hospitalar.

Fase 3: Pesquisa e Desenvolvimento de modelos de IA para predição da readmissão hospitalar de pacientes cirúrgicos, utilizando técnicas de aprendizado profundo e dados de sensores do *smartwatch* e do *Smart ring*.

2.6.1.1 Fase 1: Desenvolvimento da aplicação para smartwatch e smartring, e aplicação web para coleta e armazenamento da base de dados

A Figura 1 ilustra as etapas a serem utilizadas para o desenvolvimento de uma ferramenta para aquisição e armazenamento de uma base de dados sincronizada com dados fisiológicos e comportamentais. Os dados serão coletados a partir de três dispositivos distintos: *smartwatch*, *smartring* e monitor multiparamétrico.



Figura 1: Ilustração das etapas a serem utilizadas para o desenvolvimento de uma ferramenta para aquisição e armazenamento da base de dados sincronizada com informações de readmissão hospitalar e dados do paciente coletados através de smartwatch, smartring e monitor multiparamétrico.

A. Dados de admissão: Informações referentes a dados demográficos e de admissão de pacientes. Serão entradas manualmente na base de dados.

B. Dados do smartwatch: Informações de variáveis fisiológicas e comportamentais, obtidas através do smartwatch serão entradas automaticamente na base de dados. O smartwatch será colocado na semana anterior ao dia da cirurgia.

C. Dados do smartring: Informações de variáveis fisiológicas e comportamentais, obtidas através do smartring serão entradas automaticamente na base de dados. O smartring será colocado na semana anterior ao dia da cirurgia.

D. Dados do monitor multiparamétrico: informações de variáveis fisiológicas dos pacientes, com o objetivo de avaliar a precisão das informações coletadas pelo smartwatch e pelo smartring.

E. Armazenamento da base de dados: Tem por objetivo manter o registro das informações dos pacientes coletadas sobre as variáveis fisiológicas, comportamentais em um banco de dados.

F. Aplicação WEB: Tem por objetivo viabilizar o acesso e manipulação da base de dados contendo os registros dos participantes, bem como a entrada de dados demográficos e de readmissão de pacientes.

2.6.1.2 Fase 2: Estudo piloto do tipo coorte prospectiva com pacientes cirúrgicos

A. Tipo de estudo

Coorte prospectiva, unicêntrica, com pacientes submetidos à cirurgia eletiva de médio e grande porte no principal hospital terciário do Amazonas.

B. Contexto

O estudo é uma parceria entre o Hospital Universitário Getúlio Vargas - HUGV, e Centro de P & D em Tecnologia Eletrônicas da Informação - CETELI, ambos da Universidade Federal do Amazonas. O levantamento da base de dados será realizado na admissão dos pacientes no HUGV com programação de cirurgia eletiva de grande porte. Os dados do *smartwatch* e *smartring* serão coletados desde uma semana antes da internação até 30 dias após alta hospitalar. O desenvolvimento das ferramentas de software para coleta e armazenamento de dados e os modelos de predição serão realizados no CETELI.

O HUGV, como Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), pertence à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e é administrado pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh). Dispõe de grupo de pesquisadores, entre mestres e doutores, responsáveis pelo desenvolvimento de inúmeras pesquisas científicas na área da saúde; além disso, é hospital de referência no atendimento de alta complexidade para toda a Amazônia Ocidental, formando inúmeros profissionais na área (graduação e pós-graduação).

O CETELI é um Órgão Suplementar da Universidade Federal do Amazonas, instituído pela Resolução 004/2005, de 10 de março de 2005, do Conselho de Administração da UFAM, homologada pela Resolução 015/2005 do Conselho Universitário da UFAM, de 28 de julho de 2005. Sua missão é promover a pesquisa, o desenvolvimento científico e tecnológico e a formação de recursos humanos na Amazônia, buscando a excelência nas áreas de Tecnologia Eletrônica, da Informação e Automação. Atua em estreita colaboração com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e tem como uma das principais linhas de atuação a pesquisa na área de sistemas de inteligência artificial para o auxílio ao diagnóstico na área médica.

C. Aspectos éticos e técnicos

O estudo será submetido para análise e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Getúlio Vargas (CEP/HUGV), e os voluntários serão informados sobre o objetivo do estudo antes de assinar e concordar com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Todos os direitos e garantias serão informados no TCLE.

Para além dos aspectos éticos e da Lei Geral de Proteção de Dados lei nº 13.853, de 8 de julho de 2019, bem como suas alterações, a coleta de dados, o projeto, o banco de dados do projeto seguirão os Princípios Orientadores **FAIR** de gerenciamento e uso de dados científicos: *Findable*, *Accessible*, *Interoperable* and *Reusable*, os quais são sumariados no quadro a seguir.

The FAIR Guiding Principles

To be Findable:

F1. (meta)data are assigned a globally unique and persistent identifier

F2. data are described with rich metadata (defined by R1 below)

F3. metadata cleanly and explicitly include the identifier of the data it describes

F4. (meta)data are registered or indexed in a searchable resource

To be Accessible:

A1. (meta)data are retrievable by their identifier using a standardized communications protocol

A1.1 the protocol is open, free, and universally implementable

A1.2 the protocol allows for an authentication and authorization procedure, where necessary

A2, metadata are accessible, even when the data are no longer available

To be Interoperable:

I1. (meta)data use a formal, accessible, shared, and broadly applicable language for knowledge representation.

I2. (meta)data use vocabularies that follow FAIR principles

I3. (meta)data include qualified references to other (meta)data

To be Reusable:

R1. meta(data) are richly described with a plurality of accurate and relevant attributes

R11 (meta)data are released with a clear and accessible data usage license

R12. (meta)data are associated with detailed provenance

R13. (meta)data meet domain-relevant community standards

D. Seleção dos participantes

Os pacientes serão admitidos por demanda espontânea na unidade terciária para cirurgias eletivas de médio e grande porte. As cirurgias de médio e grande porte são cirurgias com duração esperada superior a 2 horas. Entram nesse grupo as cirurgias gastrointestinais, cirurgias ortopédicas de quadril e coluna, cirurgias vasculares de grandes vasos, cirurgias oncológicas e uroginecológicas, e craniotomias.

E. Critérios de Inclusão

- Adultos maiores de 18 anos
- Internação para cirurgia eletiva de médio ou grande porte no HUGV.
- Pacientes conscientes e orientados, que tenham compreensão suficiente para responder questionários
- Paciente que aceitem participar voluntariamente da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);

F. Critérios de Exclusão

- Condições médicas graves e descompensações prévias à cirurgia
- Pacientes que vierem a óbito antes da alta hospitalar
- Pacientes com expectativa de internação pós-operatória superior a 10 dias

G. Tamanho da amostra

Considerando serem realizadas cerca de 15 - 20 cirurgias de médio e grande porte por mês que se adequem aos critérios de inclusão, é esperado, para um período de recrutamento de 15 meses, um total de 225 a 300 pacientes. Estimando uma perda de seguimento ou óbito de 15%, esperamos coletar informações de cerca de 192 a 255 pacientes.

H. Coletas de dados demográficos e de saúde dos participantes da pesquisa

Os dados serão coletados com a aplicação de questionário previamente elaborado (idade e sexo, região da cidade onde reside, grau de escolaridade, profissão/ocupação, renda anual, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC), classificação ASA, comorbidades, **hospitalização recente, e diâmetro da bainha do nervo óptico**). Os dados cirúrgicos a serem coletados serão: tipo de cirurgia, duração de cirurgia, uso de droga vasoativa no fim da cirurgia, complicação intraoperatória). Os dados laboratoriais serão coletados na admissão e no 1o dia pós-operatório (hemograma, coagulograma, sódio, potássio, ureia e creatinina). Nas primeiras 48 horas de coleta de dados de pacientes na UTI, serão coletados dados de hemodinâmica cerebral. Na alta hospitalar serão coletados os dados referentes a tempo de internação na UTI, tempo de ventilação mecânica, infecção nosocomial e o índice de LACE. Será realizado exame de polissonografia antes e após a cirurgia (D14 pós-alta). Nos pacientes readmitidos dentro de 30 dias, dados relacionados ao motivo da readmissão serão coletados. Todos os dados clínicos e laboratoriais serão coletados no HUGV. Questionário de forma eletrônica utilizando a plataforma RedCap, serão utilizados nesta pesquisa de forma a evitar manuseio de dados.

Na internação e no D14 pós-alta hospitalar (em nível ambulatorial), terão a qualidade do sono avaliada pelos seguintes instrumentos: Índice de qualidade de sono de Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI); Índice de Gravidade de Insônia (IGI); Escala de Sonolência de Epworth (ESE) e NOSAS score (*Neck, Obesity, Snoring, Age, Sex*).

I. Monitoramento contínuo de dados de saúde (smartwatch e smartring)

Cada participante receberá um telefone celular (Smartphone), um relógio do tipo (*Smartwatch*) e *anel (smart ring)*, que devolverá ao final da pesquisa. O smartwatch será colocado e ajustado no pulso do braço esquerdo e *smart ring* em qualquer um dos dedos da mão esquerda dos participantes da pesquisa, na semana anterior a cirurgia. A equipe do projeto vai orientá-los e treiná-los no uso desta tecnologia. Por meio dos sensores do smartwatch e *smart ring* serão coletados e sincronizados em modelo de aplicação web (desenvolvida pela equipe de engenharia de software do CETI/UFAM), os dados de saúde fornecidos por estas tecnologias, tais como, frequência cardíaca, eletrocardiograma (ECG), monitoramento de estresse, monitoramento do sono, monitoramento da atividade física, pressão arterial, índice de massa corporal (IMC) e monitoramento de hidratação.

J. Monitoramento contínuo de dados de saúde na UTI (monitor multiparamétricos e central de monitoramento e Doppler Transcraniano)

Nas primeiras 24 horas de pós-operatório será realizado exames com Doppler Transcraniano-DCT e nas primeiras 48 horas dos pacientes na UTI, serão coletados dados de hemodinâmica cerebral, O DCT será utilizado para a monitorar a velocidades dos fluxos sanguíneos das artérias cerebral média, cerebral anterior e posterior bilateralmente. Com o monitor multiparamétrico será monitorado (Batimentos cardíacos, Pressão sanguínea, Temperatura, Frequência respiratória, Saturação de oxigênio, Nível de gás carbônico)

Na alta hospitalar serão coletados os dados referentes a tempo de internação na UTI, tempo de ventilação mecânica, infecção nosocomial e o índice de LACE.

L. Realização de exame para diagnosticar distúrbios de sono (exame de polissonografia)

Será realizado exame de polissonografia antes e após a cirurgia (D14 pós-alta) em nível ambulatorial.

M. Desfechos

Desfecho Primário:

O desfecho primário será a readmissão hospitalar em 30 dias (sim ou não).

Desfechos Secundários:

- Tempo de internação hospitalar
- Necessidade de reoperação
- Infecção de sítio cirúrgico
- Óbito em 30 dias
- Qualidade do sono

2.6.1.3 Fase 3: Pesquisa e Desenvolvimento de modelos de IA para predição da readmissão hospitalar

Nessa fase, serão utilizadas as etapas clássicas para o desenvolvimento de um modelo de inteligência artificial, quais sejam: pré-processamento dos dados; escolha de modelos de IA para implementação de ferramentas de predição; treinamento e validação dos modelos; teste e seleção dos melhores modelos; elaboração de relatórios e redação e submissão de trabalhos científicos.

Na etapa de pré-processamento, onde necessário, será realizada a normalização dos dados de entrada em faixas adequadas para a entrada dos modelos. Além disso, os dados serão organizados em registros que permitam compatibilizar as diferentes taxas de amostragem deles.

Na etapa de escolha de modelos, serão explorados tantos modelos profundos, como redes convolucionais causais a redes recorrentes, como modelos clássicos, como máquinas de vetores de suporte e árvores de decisão.

A programação, o treinamento, a validação e os testes dos modelos serão feitos utilizando-se a linguagem Python, as bibliotecas tensorflow, matplotlib, scikit learn e pandas, e a interface de programação de aplicação keras.

No treinamento, a partir de um estudo de ablação, serão prospectados diversos hiperparâmetros que permitam obter um modelo preditivo com melhor desempenho. Nesse contexto, serão explorados diversos métodos de otimização, como ADAM, RMSProp e GDS, diversos tamanhos de mini batches e diversos métodos para parada de treinamento. Ao longo do treinamento serão utilizados checkpoints para identificação do melhor desempenho no conjunto de validação.

As fases 1 e 3 serão realizadas em um laboratório de P&D a ser implantado no Centro de Tecnologia Eletrônica e da Informação - CETELI, para apoiar as atividades do projeto. A fase 2 será realizada no Hospital Getúlio Vargas, onde também será implementado um laboratório de P&D para apoiar as atividades do projeto.

2.6.2 Os riscos associados à execução do projeto são listados a seguir:

De acordo com a Resolução 466 do CNS de 2012, toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados. Essa pesquisa tem como um fator de risco, a quebra de sigilo de dados dos pacientes. Com relação a esse risco, todas as medidas de prevenção, proteção e segurança serão tomadas, tais como, acesso aos dados somente pelo pesquisador e médico responsável pelo acompanhamento clínico. Os dados são armazenados em drive com acesso restrito aos pesquisadores do projeto e ambiente de acesso controlado por digital previamente cadastrada, somente para pessoas autorizadas. Os riscos de identificação dos participantes, serão evitados por meio da utilização coleta de dados por meio de questionário previamente codificados e carregados em *tablets* em plataforma segura (RedCap).

Poderá haver dificuldade no uso de tecnologias vestíveis (*smartwatch* e *Smartring*) durante todo período de coleta de dados. Também pode haver risco de constrangimento e vergonha relacionado a dificuldade de adaptação tecnológica. Para isso a equipe do projeto procederá treinamentos quantas vezes forem necessárias e estará permanentemente em contato com os participantes por meio de telefone, e reuniões remotas ou presenciais, sempre que houver necessidade por parte dos participantes.

Dificuldades com a aquisição da base de dados, com possíveis desistências de indivíduos, o que exigirá a substituição dos mesmos, impactando no tempo de coleta da base de dados. Para mitigar esse risco, foi calculado 15% de perdas na amostra, assim a equipe de pesquisadores clínicos deve trabalhar com uma lista de cadastro suplementar de indivíduos, que possam, eventualmente, substituir os desistentes.

Considerando que cerca de 14% dos indivíduos submetidos a procedimentos cirúrgicos de médio e grande porte, são reinternados devido a complicações pós-cirúrgicas, a base de dados apresentará um

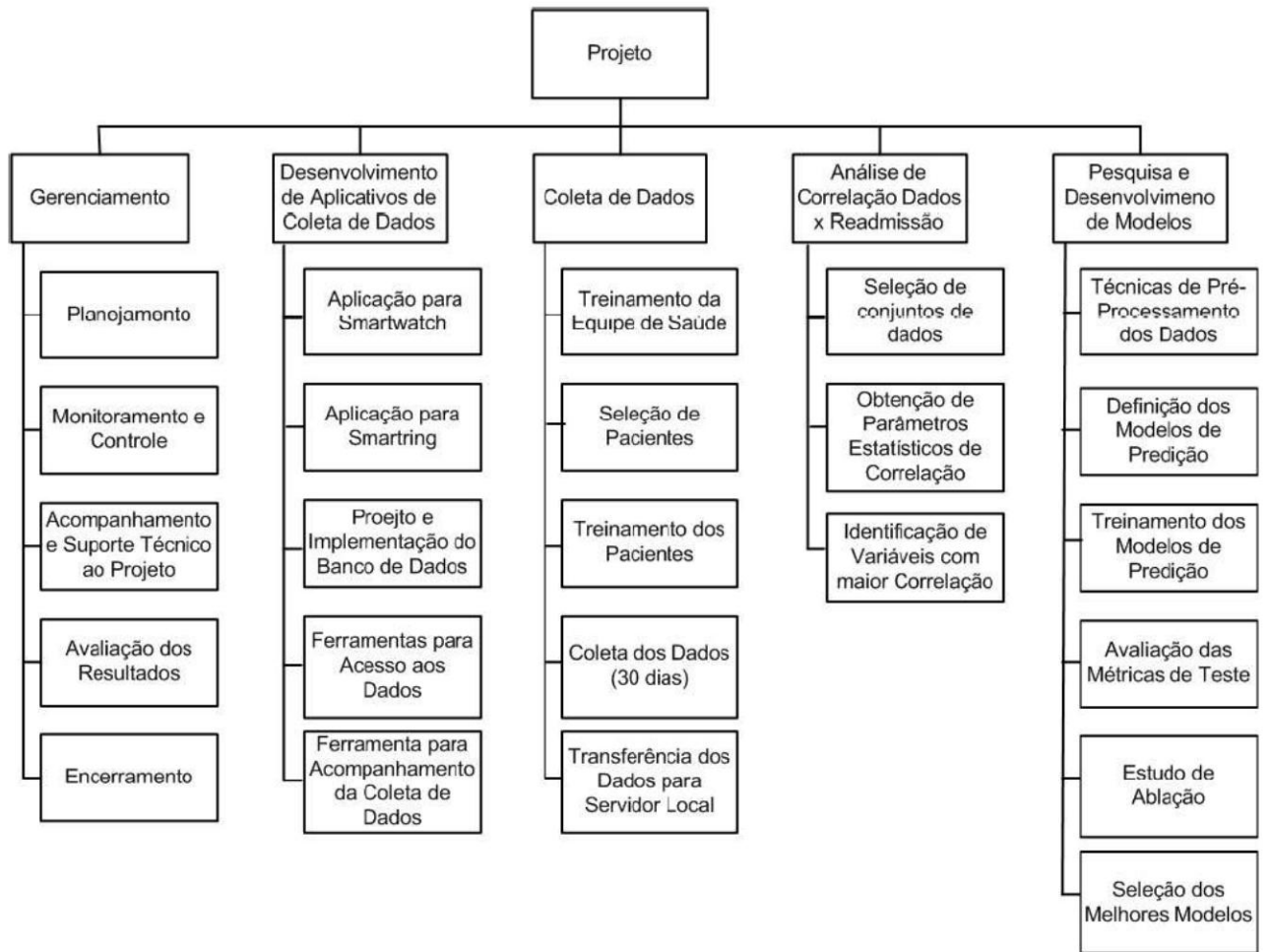
desbalanceamento entre as classes. Para mitigar o problema, pretende-se utilizar técnicas numéricas de balanceamento de dados.

Poderá haver demora na aquisição e implantação dos laboratórios de P&D, o que pode impactar no tempo de execução das metas. Para mitigar esse risco, trabalharemos com uma equipe de pessoal indireta com experiência de mais de uma década em suporte a projetos de P&D fomentados pela Lei de Informática e no relacionamento com Fundações de Apoio, de tal forma que essa equipe possa não só suportar essa fase, mas também agilizar essa demanda, bem como treinar a equipe de coordenadores da área clínica para auxiliar na fase de implantação da pesquisa.

Para mitigar o risco eventual de descontinuidade da equipe ao longo dos 3 anos do projeto, o que exigirá uma adaptação dos novos membros nos conteúdos já desenvolvidos do projeto, impactando o tempo de execução das metas, a equipe do CETELI atua nos cursos de graduação e pós-graduação de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação e a equipe do HUGV atuam no cursos de graduação e pós-graduação na área de Saúde, o que facilita a substituição de membros do projeto que, eventualmente, venham a se desvincular.

3. PLANO DE ESCOPO

3.1 Estrutura Analítica do Projeto



3.2 Cronograma de Execução

Atividade	Ano 01 (julho de 2025 a junho 2026)												Ano 02 (julho de 2026 a junho 2027)												Ano 03 (julho de 2027 a junho 2028)												
	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05	M 06	M 07	M 08	M 09	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	M 21	M 22	M 23	M 24	M 25	M 26	M 27	M 28	M 29	M 30	M 31	M 32	M 33	M 34	M 35	M 36	
1. Coordenação e composição da Equipe do Projeto																																					
2. Implantação de infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento no HUGV e no CETELI																																					
3. Desenvolvimento da aplicação para <i>smartwatch</i> , <i>smartphone</i> , <i>Smart ring</i> , monitor multiparamétrico e aplicação web																																					
4. Aprovação no Comitê de Ética e Construção das bases de dados																																					
5. Análise da correlação dos dados coletados com a readmissão hospitalar																																					
6. Pesquisa e desenvolvimento de modelos de IA para predição de readmissão hospitalar																																					
7. Publicação e Divulgação dos Resultados																																					

DETALHAMENTO DAS ETAPAS DO CRONOGRAMA**1. Coordenação e composição da Equipe do Projeto**

- 1.1. Especificação dos perfis e identificação da Equipe Executora do Projeto (RH Direto e RH Indireto)
- 1.2. Implementação de bolsas e contratação de pessoal

2. Implantação de Infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento no HUGV e no CETELI

- 2.1. Especificação de materiais permanentes (máquinas, softwares e mobiliário) e elaboração de solicitação de compras para a fundação de apoio.
- 2.2. Especificação de Serviços, elaboração de Termos de referência e solicitação de contratações para a Fundação de Apoio.
- 2.3. Análise dos mapas de fornecedores
- 2.5. Instalações dos equipamentos e softwares e acompanhamento dos serviços de adequação contratados.
- 2.6. Manutenções e/ou novas adaptações necessárias aos ambientes de desenvolvimento implantados.
- 2.7. Contratação de serviços de armazenamento e processamento em nuvem

3. Desenvolvimento da aplicação para smartwatch, smartphone, Smart ring, monitor multiparamétrico e aplicação web

- 3.1. Especificação de requisitos das aplicações coleta e armazenamento de dados e do banco de dados

3.2. Desenvolvimento de aplicação para coleta e armazenamento de dados do/no smartwatch, Smart ring.

3.3. Desenvolvimento de aplicação para coleta e armazenamento de dados do monitor multiparamétrico.

3.4. Desenvolvimento do banco de dados WEB

3.5. Teste e validação das aplicações e do banco de dados

3.6. Desenvolvimento de aplicação para consulta a base de dados através de smartphone

3.7. Ajustes necessários e melhoria contínua das aplicações

4. Aprovação no Comitê de Ética e Construção das bases de dados

4.1. Elaboração e submissão do projeto na Plataforma Brasil

4.2. Aprovação no comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do HUGV

4.3. Estabelecimento de um protocolo para construção da base de dados

4.4. Treinamento da equipe clínica

4.5. Recrutamento de pacientes e assinatura de TCLE

4.6. Coleta de dados sociodemográficos e de saúde dos pacientes recrutados

4.7. Treinamento e acompanhamento contínuo dos pacientes recrutados no uso do smartwatch

4.8. Coleta da base de dados

4.9. Estudo e validação da base de dados usando os aplicativos de consulta

5. Análise da correlação dos dados coletados com a readmissão hospitalar

5.1. Seleção de conjuntos de dados

5.2. Obtenção de parâmetros estatísticos de correlação

5.3. Identificação das variáveis com maior correlação com a readmissão de pacientes

6. Pesquisa e desenvolvimento de modelos de IA para predição de readmissão hospitalar

6.1. Desenvolvimento dos modelos de Predição Usando técnicas de aprendizado de máquinas clássicas e profundas, para pacientes submetidos a cirurgia geral de médio e grande porte.

6.2. Desenvolvimento dos modelos de Predição técnicas de aprendizado de máquinas clássicas e profundas para pacientes submetidos a cirurgias neurológicas

6.3. Desenvolvimento dos modelos de Predição técnicas de aprendizado de máquinas clássicas e profundas para pacientes submetidos a cirurgias neurológicas e cirurgias gerais de grande porte

7. Publicação e Divulgação dos Resultados

7.1. Escrita de relatórios técnicos

7.2. Escrita, submissão e publicações científicas.

7.3. Consolidação dos resultados

3.3 Resultados/Entregas Esperadas

Atividade	Descrição da Atividade	Resultado/Entrega Esperados
Coordenação e composição da Equipe do Projeto	Realizar a seleção e a implementação das bolsas dos pesquisadores e acadêmicos previstos no projeto	1. Equipes do Projeto selecionada 2. Bolsas dos pesquisadores implementadas 3. Prestadores de serviços contratados
Implantação de Infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento no HUGV e no CETELI	Elaboração de solicitação de compras de equipamentos e termos de referências para contratação dos serviços; Acompanhamento da realização dos serviços, recebimentos dos equipamentos e instalação dos	1. Ambientes de desenvolvimento implantados no HUGV e no CETELI
Desenvolvimento da aplicação para <i>smartwatch</i> , <i>smartphone</i> , <i>Smart ring</i> e aplicação web	As aplicações a serem desenvolvidas visam: - A coleta de dados fisiológicos do paciente, de informações do sono do paciente e de informações de monitores multiparamétricos instalados no leito do paciente. Essas informações serão armazenadas em um banco de dados nas nuvens e posteriormente transferidas para um banco de dados local - O armazenamento e a consulta do banco de dados WEB	1. Aplicação para coleta de dados de <i>smartwatch</i> 2. Aplicação para coleta de dados de <i>Smart ring</i> 3. Aplicação para coleta de dados fisiológicos de monitores multiparamétricos 4. Banco de dados WEB 5. Aplicação para armazenamento e consulta ao banco de dados WEB
Aprovação no Comitê de Ética e Construção das bases de dados	Diz respeito a submissão do projeto para fins de aprovação no comitê de ética do HUGV, um requisito imprescindível para que a pesquisa com seres humanos possa ocorrer. Recrutamento de pacientes e assinatura de TCLE Coleta de dados	1. Documento de aprovação do comitê de ética. 2. Base de dados com dados dos monitores multiparamétricos de 200 pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte. 3. Base de dados contendo informações de dados fisiológicos e de sono de 200 pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte.
Análise da correlação dos dados coletados com a readmissão hospitalar	Previamente ao desenvolvimento dos modelos de predição, será elaborada uma tabela com as informações de correlação entre as variáveis fisiológicas e de sono com a readmissão hospitalar.	1. Lista com a correlação das variáveis fisiológicas e de sono com a readmissão hospitalar.
Pesquisa e Desenvolvimento de modelos de IA para predição de readmissão hospitalar	O objetivo é a predição da readmissão hospitalar de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte. Os modelos preditivos serão elaborados utilizando máquinas de aprendizado clássicas e profundas. Os modelos neurais permitem, além de uma resposta tipo sim e não, a predição de uma probabilidade de readmissão hospitalar.	Predição de readmissão de pacientes submetidos a cirurgias neurológicas de médio e grande porte: Modelo 1: utilizando de aprendizado de máquina clássico Modelo 2: Utilizando aprendizado de máquina profundo com redes recorrentes Modelo 3: Utilizando aprendizado de máquina profundo com redes convolucionais Predição de readmissão de pacientes submetidos a outras cirurgias de médio e grande porte: Modelo 4: utilizando de aprendizado de máquina clássico Modelo 5: Utilizando aprendizado de máquina profundo com redes recorrentes Modelo 6: Utilizando aprendizado de máquina profundo com redes convolucionais Predição de readmissão de pacientes submetidos a cirurgias de médio e grande porte: Modelo 7: Utilizando aprendizado de máquina profundo com redes convolucionais
Publicações Científicas	Redação de resultados da pesquisa em forma de artigo Submissão e Publicações de artigos em conferências ou periódicos	Pelo menos 06 publicações científicas em conferências ou periódicos

3.4 Indicadores de Resultado

INDICADORES DE RESULTADOS	QUANTIDADE
Patente depositada no Brasil	-
Patente depositada no exterior	-
Concessão de co-titularidade ou de participação nos resultados da pesquisa e desenvolvimento às instituições convenientes parceiras	-
Protótipo com inovação científica ou tecnológica	-
Processo com inovação científica ou tecnológica	-
Programa de computador com inovação científica ou tecnológica	8
Produto com inovação científica ou tecnológica	1
Publicação científica e tecnológica em periódicos ou eventos científicos com revisão pelos pares	6
Dissertação defendida	2
Tese defendida	1
Profissional formado ou capacitado	-
Promoção da conservação dos ecossistemas	-
Outros	-

3.5 Intercâmbio

Não há

4. PLANO FINANCEIRO

4.1 Resumo Financeiro

SUMMARY -TOTAL		
EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Equipment / Software	1.502.603,57	16,15%
Equipment Transfer	0,00	0,00%
Civil Works	135.950,00	1,46%
Books and Publications	0,00	0,00%
Training	0,00	0,00%
Travels	93.000,00	1,00%
Materials	495.000,00	5,32%
Material Transfer	0,00	0,00%
Third Party Services	588.280,00	6,32%
Interchange	0,00	0,00%
Others Related Expenses	267.875,50	2,88%
Human Resources - Directs	4.431.500,00	47,62%
Human Resources - Indirects	0,00	0,00%
Incurred Costs	1.326.036,89	14,25%
ISS	465.276,10	5,00%
TOTAL	9.305.522,07	100,00%

4.2 Dispêndios

a. Programas de Computador, Máquinas, Equipamentos, Aparelhos e Instrumentos

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Equipment / Software	1.502.603,57	16,15%

Os dispêndios de computadores, máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos do projeto incluem computadores, tablets, relógio e anel vestíveis para o uso do levantamento de informações e registro de dados médicos dos voluntários. Além das atividades mencionadas, os computadores, *no-breaks*, servidores são de uso do time de tecnologia que os utilizará para a pesquisa e desenvolvimento dos modelos de predição. O projeto ainda conta uma série de instrumentos de saúde para compor o levantamento de dados.

9. b. Implantação, Ampliação ou Modernização de Laboratório

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Civil Works	135.950,00	1,46%

As despesas com reformas incluem a reforma e adequação dos espaços médicos do Hospital Universitário Getúlio Vargas - HUGV, na qual serão realizadas todas as coletas e a pesquisa clínicas; e a modernização dos ambientes no CETELI para comportar o time de pesquisa e desenvolvimento dos modelos de predição e os servidores.

10. c. Recursos Humanos

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Human Resources - Directs	4.431.500,00	47,62%

O projeto prevê a aquisição de recursos humanos diretos como médicos, enfermeiros, estudantes e residentes de medicina para fazer o acompanhamento dos voluntários, e para o desenvolvimento tecnológico, professores e estudantes de graduação e pós-graduação da área de tecnologia.

11. d. Materiais de Consumo

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Materials	495.000,00	5,32%

12.

Material de apoio ao projeto concentra-se majoritariamente em materiais clínicos, insumos utilizados nos equipamentos clínicos e sensores vestíveis de coleta de dados de saúde.

13. e. Serviço Técnico de Terceiros

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Third Party Services	588.280,00	6,32%

Serviços técnicos de terceiros inclui o pagamento de transporte e alimentação dos voluntários, pagamento de linha telefônica pré-paga para transmissão de dados. Despesas com as publicações científicas do projeto. Contratação de apoio técnico e administrativo ao projeto e assinatura de licença de softwares de apoio a pesquisa clínica

14. f. Outros Correlatos

EXPENSES / INVESTMENTS	EXTERNAL	%
Others Related Expenses	267.875,50	2,88%

As despesas com outros correlatos estão vinculadas às viagens nacionais e internacionais para defesa de publicação científica.

Daily rates				
Item	Description	Quant.	Unit Value	Total Value
1	National daily rates	30	R\$ 780,00	R\$ 23.400,00
2	International daily rates	30	R\$ 2.900,00	R\$ 87.000,00
Total daily				R\$ 110.400,00
Total per diem + tickets				R\$ 203.400,00

Rateio de custos com infraestrutura necessária ao projeto: Para a execução das atividades de projetos de P&D é de suma importância os meios e facilidades necessários para a realização de atividades (por exemplo, telecomunicações (link de internet e voz), energia e aluguel), sejam elas simultâneas com outras atividades realizadas, ou não, resultam em custos com a infraestrutura do ambiente onde são executadas, sem os quais a realização dessas atividades não seria possível. Assim, no ambiente empresarial, tais custos são considerados dispêndios de P&D, as despesas com a infraestrutura que atendem ao ambiente e estão previstas no inciso VI do Art. 22º do Decreto nº 10.521/2020 ("Outros Dispendios Correlatos às Atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação").

Impostos

Imposto	Alíquota	Retenção em Nota Fiscal	Ente Arrecadador
ISSQN	5,00%	SIM	Secretaria Municipal de Finanças
ICMS	-	-	-
CSLL	-	-	-

15. g. Despesas Operacionais e Administrativas e Constituição de Reserva

Aplicável quando o projeto for executado sob a forma de convênio com instituição credenciada no CAPDA, conforme previsto no §3º Art. 22º do Decreto nº 10.521/2020, limitado a no máximo 20% do Valor do Total do Projeto, deduzido os impostos incidentes em Nota Fiscal.

Para o Projeto objeto deste Plano de Trabalho, fica estipulado o valor de **15%**.

16. h. Intercâmbio

Não aplicável ao projeto.

5. CRONOGRAMA E ACOMPANHAMENTO FINANCEIRO

O acompanhamento financeiro será feito através da análise da apresentação dos comprovantes fiscal e/ou contábil, segundo os critérios estabelecidos pela **SRBR** e do Relatório Financeiro (Planilha Financeira de Acompanhamento) enviado para a **SEDA-M/SRBR**.

Mensalmente, em função desta análise, os valores das parcelas são replanejados. O replanejamento busca o equilíbrio entre a previsão mensal de dispêndios, a execução comprovada de atividades, as entregas parciais, a comprovação dos dispêndios elegíveis do mês anterior, o replanejamento de atividades e dispêndios nos meses seguintes e o saldo acumulado do projeto. A **SEDA-M/SRBR-M** autoriza após o recebimento dos Relatório Financeiro e comprovantes e análise, a emissão da Nota Fiscal com base no valor replanejado.

Todas as transferências serão regidas pela cláusula contratual do Convênio/Contrato.

6. Previsão Mensal de Dispendios

ANO 1:

EXTERNAL EXPENSES / INVESTMENTS (BRL) - NEW PROJECT/CR"X"	%	GRAND TOTAL (ALL FISCAL YEARS)	Jul/25	ago/25	set/25	out/25	nov/25	dez/25	jan/26	fev/26	mar/26	abr/26	mai/26	Jun/26
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Equipment / Software	16,1%	1.502.603,57	-	442.340,00	258.400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	801.863,57
Equipment Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Civil Works	1,5%	135.950,00	-	64.000,00	69.150,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Books and Publications	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Training	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Travels	1,0%	93.000,00	-	-	-	-	-	15.500,00	-	-	15.500,00	-	-	-
Materials	5,3%	495.000,00	-	475.000,00	-	-	20.000,00	-	-	-	-	-	-	-
Material Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Third Party Services	6,3%	588.280,00	12.000,00	13.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	21.000,00	22.000,00	21.000,00	23.320,00
Interchange	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Others Related Expenses	2,9%	267.875,50	-	-	2.191,50	-	-	25.200,00	-	-	70.200,00	-	-	17.371,00
Human Resources - Directs	47,6%	4.431.500,00	64.000,00	107.500,00	107.500,00	117.500,00	142.500,00	142.500,00	142.500,00	145.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00
Human Resources - Indirects	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incurred Costs	14,3%	1.326.036,89	13.411,76	194.442,35	79.277,91	22.852,94	30.794,12	34.447,06	27.264,71	27.794,12	45.564,71	30.617,65	30.441,18	175.421,39
ISS	5,0%	465.276,10	4.705,88	68.225,39	27.816,81	8.018,58	10.804,95	12.086,69	9.566,56	9.752,32	15.987,62	10.743,03	10.681,11	61.551,37
TOTAL PROJECT (EXTERNAL)	100,0%	9.305.522,07	94.117,65	1.364.507,74	556.336,22	160.371,52	216.099,07	241.733,75	191.331,27	195.046,44	319.752,32	214.860,68	213.622,29	1.231.027,33

ANO 2:

EXTERNAL EXPENSES / INVESTMENTS (BRL) - NEW PROJECT/CR"X"	%	GRAND TOTAL (ALL FISCAL YEARS)	Jul/26	ago/26	set/26	out/26	nov/26	dez/26	jan/27	fev/27	mar/27	abr/27	mai/27	Jun/27
			M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
Equipment / Software	16,1%	1.502.603,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipment Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Civil Works	1,5%	135.950,00	1.400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Books and Publications	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Training	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Travels	1,0%	93.000,00	-	-	-	-	-	15.500,00	-	-	15.500,00	-	-	-
Materials	5,3%	495.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Material Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Third Party Services	6,3%	588.280,00	21.000,00	23.320,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	23.320,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	22.000,00
Interchange	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Others Related Expenses	2,9%	267.875,50	-	17.371,00	-	-	-	25.200,00	-	17.371,00	25.200,00	-	-	-
Human Resources - Directs	47,6%	4.431.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00	151.500,00
Human Resources - Indirects	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incurred Costs	14,3%	1.326.036,89	30.688,24	33.916,06	30.441,18	30.441,18	30.441,18	37.623,53	30.441,18	33.916,06	37.623,53	30.441,18	30.441,18	30.617,65
ISS	5,0%	465.276,10	10.767,80	11.900,37	10.681,11	10.681,11	10.681,11	13.201,24	10.681,11	11.900,37	13.201,24	10.681,11	10.681,11	10.743,03
TOTAL PROJECT (EXTERNAL)	100,0%	9.305.522,07	215.356,04	238.007,43	213.622,29	213.622,29	213.622,29	264.024,77	213.622,29	238.007,43	264.024,77	213.622,29	213.622,29	214.860,68

ANO 3:

EXTERNAL EXPENSES / INVESTMENTS (BRL) - NEW PROJECT/CR"X"	%	GRAND TOTAL (ALL FISCAL YEARS)	jul/27 M25	ago/27 M26	set/27 M27	out/27 M28	nov/27 M29	dez/27 M30	jan/28 M31	fev/28 M32	mar/28 M33	abr/28 M34	mai/28 M35	jun/28 M36
Equipment / Software	16,1%	1.502.603,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipment Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Civil Works	1,5%	135.950,00	-	-	-	1.400,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Books and Publications	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Training	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Travels	1,0%	93.000,00	-	-	-	-	-	31.000,00	-	-	-	-	-	-
Materials	5,3%	495.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Material Transfer	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Third Party Services	6,3%	588.280,00	12.000,00	14.320,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00	12.000,00
Interchange	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Others Related Expenses	2,9%	267.875,50	-	17.371,00	-	-	-	43.600,00	6.800,00	-	-	-	-	-
Human Resources - Directs	47,6%	4.431.500,00	101.500,00	101.500,00	101.500,00	101.500,00	101.500,00	101.500,00	71.500,00	71.500,00	71.500,00	71.500,00	71.500,00	71.500,00
Human Resources - Indirects	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incurred Costs	14,3%	1.326.036,89	20.029,41	23.504,29	20.029,41	20.276,47	20.029,41	33.194,12	15.935,29	14.735,29	14.735,29	14.735,29	14.735,29	14.735,29
ISS	5,0%	465.276,10	7.027,86	8.247,12	7.027,86	7.114,55	7.027,86	11.647,06	5.591,33	5.170,28	5.170,28	5.170,28	5.170,28	5.170,28
TOTAL PROJECT (EXTERNAL)	100,0%	9.305.522,07	140.557,28	164.942,41	140.557,28	142.291,02	140.557,28	232.941,18	111.826,63	103.405,57	103.405,57	103.405,57	103.405,57	103.405,57

REFERÊNCIAS

1. Jencks SF, Williams MV, Coleman EA. Rehospitalizations among Patients in the Medicare Fee-for-Service Program. *N Engl J Med*. 2 de abril de 2009;360(14):1418–28.
2. Silva RAG e, Borgomoni GB, de Freitas FL, Maia A da S, Farias do Vale C, Pereira E da S, et al. Preditores de Readmissão Hospitalar até 30 Dias de CRM em Banco de Dados Multicêntrico: Estudo de Coorte Transversal. *Arq Bras Cardiol*. 2024;121(9):e20230768.
3. Scalzitti NJ, O'Connor Peter D., Nielsen SW, Aden JK, Brock MS, Taylor DM, et al. Obstructive Sleep Apnea is an Independent Risk Factor for Hospital Readmission. *J Clin Sleep Med*. 14(05):753–8.
4. Li Z, Armstrong EJ, Parker JP, Danielsen B, Romano PS. Hospital Variation in Readmission After Coronary Artery Bypass Surgery in California. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. setembro de 2012;5(5) :729–37.
5. Lan T, Liao YH, Zhang J, Yang ZP, Xu GS, Zhu L, et al. Mortality and Readmission Rates After Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ther Clin Risk Manag*. dezembro de 2021;Volume 17:1307–20.
6. Majumder S, Mondal T, Deen MJ. Wearable sensors for remote health monitoring. *Sensors*. 2017;17(1):130.
7. Min X, Yu B, Wang F. Predictive modeling of the hospital readmission risk from patients' claims data using machine learning: a case study on COPD. *Sci Rep*. 2019;9(1):2362.
8. Shameer K, Johnson KW, Yahi A, Miotto R, Li L, Ricks D, et al. PREDICTIVE MODELING OF HOSPITAL READMISSION RATES USING ELECTRONIC MEDICAL RECORD-WIDE MACHINE LEARNING: A CASE-STUDY USING MOUNT SINAI HEART FAILURE COHORT. Em: *Biocomputing 2017* [Internet]. Kohala Coast, Hawaii, USA: WORLD SCIENTIFIC; 2017 [citado 17 de outubro de 2024]. p. 276–87. Disponível em: http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/9789813207813_0027
9. Guimarães KAA, de Amorim RLO, Costa MGF, Costa Filho CFF. Predicting early traumatic brain injury mortality with 1D convolutional neural networks and conventional machine learning techniques. *Inform Med Unlocked*. 2022;31:100984.

10. Hale, AT, Stonko DP, Lim, J, Guillaumondegui, OD, Shannon, CN and Patel, MB. Using an artificial neural network to predict traumatic brain injury, J. Neurosurg. Pediatr., 2019, 23(2), pp. 219–226, 2019, doi: 10.3171/2018.8.PEDS18370.
11. Amorim, RL et al. Prediction of Early TBI Mortality Using a Machine Learning Approach in a LMIC Population, Front. Neurol., 10, pp. 1–9, 2020, doi: 10.3389/fneur.2019.01366.
12. Weiss AJ, Jiang HJ. Overview of Clinical Conditions With Frequent and Costly Hospital Readmissions by Payer, 2018. Em: Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP) Statistical Briefs [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2021 [citado 22 de dezembro de 2024]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK573265/>

APROVAÇÃO

Manaus, 26 de junho de 2025.

Pela **SAMSUNG ELETRÔNICA DA AMAZÔNIA LTDA. – SRBR-M**



Eteocles Teixeira da Silva
Gestão de P&D – SRBR-M

[REDACTED] D AMAZONAS E FUEA

[REDACTED]
Coordenador de Convênio

[REDACTED]
Superintendente Adm. Financeiro

Convenio 03_2025_Readmission Sleep_PT

Final Audit Report

2025-06-30

Created:	2025-06-26
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAAYhU33S6AeFXuWKVdOQ7RdvPafp2UPrTQ

"Convenio 03_2025_Readmission Sleep_PT".pdf

 Document created by Gleice Alves (gleice.alves@samsung.com)

 Document emailed to rodrigossilva@ufam.edu.br for signature

 Email viewed by rodrigossilva@ufam.edu.br

2025-06-26 - 5:18:01 PM GMT

 Signer rodrigossilva@ufam.edu.br entered name at signing as Rodrigo Oliveira da Silva

2025-06-26 - 5:18:35 PM GMT

 Document e-signed by Rodrigo Oliveira da Silva (rodrigossilva@ufam.edu.br)

Signature Date: 2025-06-26 - 5:18:37 PM GMT - Time Source: server

2025-06-26 - 5:18:48 PM GMT

2025-06-26 - 6:26:56 PM GMT

2025-06-26 - 6:28:34 PM GMT

Signature Date: 2025-06-26 - 6:28:36 PM GMT - Time Source: server

2025-06-26 - 6:28:40 PM GMT

2025-06-26 - 6:51:18 PM GMT

[Redacted]

Signer f0natacdnva@fuea.org.br entered name at signing as F0nata da Silva Madares

2025-06-26 - 6:52:44 PM GMT

[Redacted]

Signature Date: 2025-06-26 - 6:52:46 PM GMT - Time Source: server

[Redacted]

2025-06-26 - 6:52:48 PM GMT

[Redacted]

2025-06-26 - 6:57:09 PM GMT

Signer eliasmoraes@fuea.org.br entered name at signing as Elias Moares de Araújo

Document e-signed by Elias Moares de Araújo (eliasmoraes@fuea.org.br)

Document emailed to Gleice Alves (gleice.alves@samsung.com) for signature

Email viewed by Gleice Alves (gleice.alves@samsung.com)

Document e-signed by Gleice Alves (gleice.alves@samsung.com)

Document emailed to eteocles.sil@samsung.com for signature

2025-06-26 - 7:22:30 PM GMT

Email viewed by eteocles.sil@samsung.com

2025-06-26 - 7:22:56 PM GMT

Signer eteocles.sil@samsung.com entered name at signing as Eteocles Teixeira da Silva

2025-06-26 - 7:56:18 PM GMT

Document e-signed by Eteocles Teixeira da Silva (eteocles.sil@samsung.com)

Signature Date: 2025-06-26 - 7:56:20 PM GMT - Time Source: server

Document emailed to HyeJung Lee (lee.regina@samsung.com) for signature

2025-06-26 - 7:56:22 PM GMT

Email viewed by HyeJung Lee (lee.regina@samsung.com)

2025-06-26 - 7:56:26 PM GMT

Document e-signed by HyeJung Lee (lee.regina@samsung.com)

Signature Date: 2025-06-26 - 10:14:27 PM GMT - Time Source: server

[Redacted]

Document emailed to ladec@redacted.com for signature

2025-06-26 - 10:14:29 PM GMT

[Redacted]

2025-06-26 - 10:15:01 PM GMT

[Redacted]

2025-06-30 - 2:29:17 PM GMT

[Redacted]

Signature Date: 2025-06-30 - 2:29:19 PM GMT - Time Source: server

✔ Agreement completed.
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



Adobe Acrobat Sign