



Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

# **Inteligência Artificial para Análise Econômica do Programa Mais Médicos**

## **PROJETO BÁSICO**

### **1. Descrição do objeto**

**a) Objeto:** Análise econômica do Programa Mais Médicos (PMM), com ênfase nos impactos decorrentes dos novos incentivos financeiros introduzidos pela Lei nº 14.621/2023.

**b) Resumo:** O projeto visa realizar uma análise econômica do Programa Mais Médicos (PMM), focando no impacto dos benefícios incorporados pela Lei nº 14.621/2023. A análise incluirá a avaliação do custo-efetividade dos incentivos educacionais e financeiros para a fixação de profissionais em áreas vulneráveis do Brasil, utilizando modelos tradicionais e *machine learning*. As metas incluem o desenvolvimento de modelos preditivos, comparações regionais e disseminação de resultados.

**c) Órgão ou entidade integrante dos Orçamentos Fiscal e da Seguridade Social da União -  
Instituição Proponente:** Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA

**d) Coordenador(a)-geral do Projeto:** Eliana Márcia Da Ros Wendland

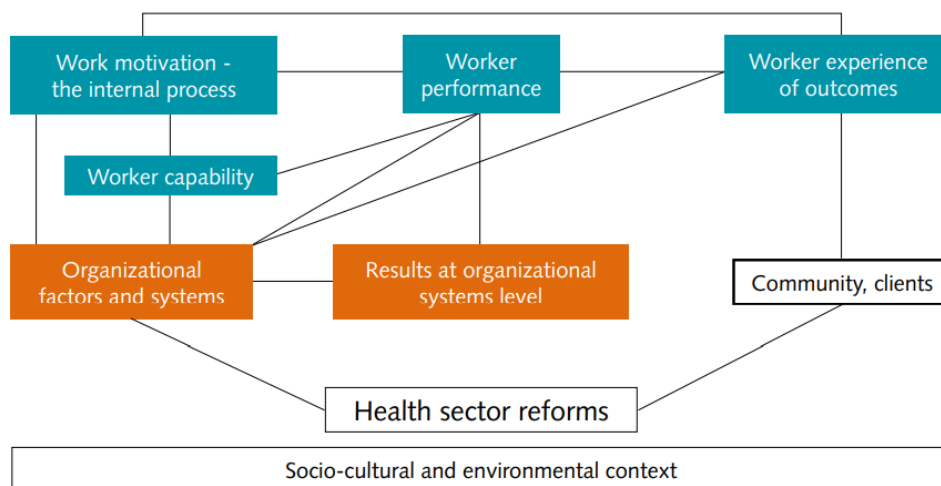
**e) Área técnica/finalística do Ministério da Saúde (MS):**

Coordenação-Geral de Planejamento, Avaliação e Dimensionamento da Atenção Primária,  
Departamento de Apoio a Gestão da Atenção Primária à Saúde/Secretaria de Atenção Primária à  
Saúde (CGPLAD/DGAPS/SAPS/MS)

## 2. Contextualização do projeto:

Vários países apresentam uma distribuição desigual da força de trabalho no seu território, levando a precarização do acesso e piores condições de saúde para as populações desassistidas. Em resposta, diversas iniciativas têm sido implementadas para recrutar e reter profissionais de saúde em áreas com carência de médicos e outros especialistas (1). Nessa perspectiva, a retenção desses profissionais está associada a uma série de fatores, incluindo motivação interna, experiências de trabalho, fatores organizacionais, contextos socioculturais e ambientais (2).

### Health Worker Motivation in the Context of Health System Reform: A Conceptual Framework



Source: Bennett and Franco (1999)

Diferentes incentivos foram utilizados como bolsas de estudo, financiamento universitários, isenção de taxas e incentivos financeiros diretos. Profissionais que usufruem das iniciativas e programas de retenção tendem a trabalhar em áreas com maior carência de profissionais a longo prazo, apesar da tendência de permanecerem menos nas áreas inicialmente designadas (3). Alguns programas de incentivo, embora tenham levado a um aumento de profissionais nas áreas rurais, não conseguiram impactar de forma significativa no acesso da população ao serviço de saúde (4). A diversidade de incentivos e programas e impacto que os mesmos causam na população depende de uma série de fatores e precisam ser avaliados para cada país e contexto cultural.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

No Brasil, a distribuição geográfica da força de trabalho médico é altamente desigual, com concentração nas regiões Sudeste, capitais estaduais e áreas com maior acesso a bens e serviços (5). Nas regiões urbanas com altos índices de violência, o acesso aos serviços de saúde é particularmente limitado, exacerbando as desigualdades sociais, especialmente para populações vulneráveis.

O Programa Mais Médicos (PMM), instituído em 2013, pelo governo brasileiro, representa uma das principais estratégias para a ampliação do acesso à atenção primária à saúde, especialmente em regiões vulneráveis e de difícil provimento de profissionais médicos. O programa foi criado pela Medida Provisória nº 621, de 8 de julho de 2013, e convertido na Lei nº 12.871, de 22 de outubro de 2013, com a finalidade de formar recursos humanos na área médica para o Sistema Único de Saúde (SUS) para enfrentar a desigualdade histórica na distribuição de médicos em várias regiões do país, buscando mitigar as iniquidades no acesso aos serviços de saúde, sendo reformulado pela Lei 14.621, de 14 de julho de 2023 (6,7). Estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais têm demonstrado os impactos positivos do PMM na promoção da equidade em saúde e na melhora dos indicadores de saúde nas regiões Norte e Nordeste, as mais historicamente desfavorecidas no que se refere à presença de profissionais médicos (8).

Nesse sentido, o PMM visa promover a formação médica e a melhoria da infraestrutura da Atenção Primária à Saúde (APS), expandindo o número de vagas em cursos de Medicina e residência médica, além de ações voltadas à qualificação e valorização do atendimento humanizado (9). Entre 2013 e 2015, o programa foi responsável por uma expansão de 29,8% na disponibilidade de médicos, com grande parte dos profissionais sendo alocados em áreas de alta vulnerabilidade social, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, que concentram a maior escassez de médicos no país (9,10). Além disso, o aumento no acesso à APS resultou em uma significativa redução nas internações hospitalares evitáveis, gerando uma economia de aproximadamente R\$ 27,88 milhões entre 2014 e 2017, representando 8% dos custos totais associados a essas internações (11). Esses dados reforçam como a expansão da atenção primária pode ter impactos imediatos e de longo prazo na eficiência do sistema de saúde, melhorando desfechos clínicos e reduzindo custos (12). Estudos anteriores já destacavam o impacto do PMM

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

na saúde indígena. Segundo pesquisa realizada com diferentes etnias indígenas, 47% dos entrevistados afirmaram que nunca haviam recebido atendimento médico antes da implementação do programa, e 93,1% desses relataram satisfação com os serviços prestados pelos profissionais do Mais Médicos (13).

Em termos globais, o PMM segue as diretrizes estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no que se refere à necessidade de garantir o acesso universal à saúde por meio da ampliação da cobertura de atenção primária, com especial atenção para populações vulneráveis e áreas remotas (14). Além disso, o programa foi objeto de diversos artigos em revistas internacionais que destacam a importância de políticas como o Mais Médicos para a redução das desigualdades em saúde em países de renda média e baixa (11).

Com a promulgação da Lei nº 14.621, de 14 de julho de 2023, o Programa Mais Médicos foi reformulado para qualificar ainda mais as estratégias de fixação de profissionais em regiões prioritárias. A nova legislação introduz incentivos adicionais que buscam ampliar a atratividade do programa para médicos recém-formados e experientes, com o objetivo de melhorar o acesso à atenção primária à saúde nas regiões mais necessitadas.

As principais mudanças podem ser observadas na tabela abaixo:

| Prévio a 2023                                           | LEI Nº 14.621 14 DE JULHO DE 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sem incentivos para médicos e residentes do FIES</b> | <p>Incentivo de fixação para médico do FIES (ao permanecer pelo menos 12 meses): Poderá receber adicional de 40% a 80% da soma total das bolsas de todo o período que esteve no programa, a depender da vulnerabilidade do município. Será pago em quatro parcelas: 10% por ano durante os três primeiros anos e os 70% restantes ao completar 48 meses.</p> <p>Incentivo para médico do FIES residente de Medicina de Família e Comunidade: vagas para os médicos-residentes de Medicina de Família e Comunidade que foram beneficiados pelo FIES, auxiliando no pagamento total do valor da dívida</p> |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Especialização educacional</b>                                                 | <b>como oferta</b> | <p>Especialização, Mestrado ou Aperfeiçoamento. Formação de especialistas para a atenção primária.</p> <p>Pontuação adicional de 10% na seleção de programas de residência: Será concedida para os médicos que concluírem a Residência de Medicina de Família e Comunidade</p>                                                     |
| <b>Recebimento de auxílio do INSS durante a licença maternidade e paternidade</b> |                    | <p>Receberá a bolsa para completar o valor do auxílio do INSS durante o período de até seis meses</p> <p>Receberá a bolsa durante o período de até vinte dias</p>                                                                                                                                                                  |
| <b>Falta de incentivo de fixação</b>                                              |                    | <p>Incentivo de fixação (ao permanecer pelo menos 36 meses): Poderá receber adicional de 10% a 20% da soma total das bolsas de todo o período que esteve no programa, a depender da vulnerabilidade do município. Receberá o incentivo completo ao final de 48 meses ou poderá antecipar 30% desse valor ao final de 36 meses.</p> |
| <b>Ciclos de três anos, prorrogável por igual período</b>                         |                    | <p>Ciclo de quatro anos, prorrogável por igual período</p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Esses incentivos visam aumentar o tempo de permanência dos médicos nas áreas designadas, contribuindo para a **custo-efetividade** do programa. Ao oferecer benefícios proporcionais ao tempo de atuação, o PMM busca não apenas suprir a falta de médicos em regiões vulneráveis, mas também garantir que os investimentos em formação e bolsas tenham um impacto duradouro, com a redução de internações evitáveis e de custos para o SUS. Além disso, esses incentivos melhoram a qualidade do atendimento em áreas historicamente desassistidas, e sua análise econômica será central para medir o retorno dos investimentos realizados com base nos novos parâmetros introduzidos pela Lei nº 14.621.

Dessa forma, o PMM continua sendo uma política essencial para a ampliação da cobertura de saúde em todo o território nacional, enfrentando desafios históricos de escassez de médicos e melhorando os indicadores de saúde em várias regiões. **No entanto, permanece a necessidade de avaliações rigorosas e contínuas** para garantir a sustentabilidade do programa e o alcance de suas metas. Estudos mostram a efetividade do PMM na redução da mortalidade infantil em áreas com altos índices de mortalidade, saúde indígena e satisfação dos usuários (11,15). Contudo, análises sobre a redução de internações mostram resultados contraditórios. Algumas delas não

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

identificaram impactos significativos na mortalidade geral ou hospitalizações, exceto em condições específicas, como doenças cerebrovasculares e hipertensão, que apresentaram uma associação inversa com as hospitalizações (16,17).

Os benefícios incluídos no programa estão associados a um aumento importante dos recursos financeiros alocados no programa. Avaliar o impacto dos novos benefícios, associado ao seu custo, é importante para definir o impacto que o mesmo está gerando na fixação de profissionais e a sua aplicabilidade a longo prazo.

Os gastos em saúde pública têm apresentado um crescente ao longo dos anos, demandando uma previsão precisa dos custos de para uma gestão otimizada do orçamento disponível. A previsão das despesas com cuidados de saúde fornece informações cruciais para a tomada de decisões, formulação de políticas, planejamento financeiro e gerenciamento de recursos. Apoia a prestação eficaz e eficiente de cuidados de saúde e serviços, garantindo que os indivíduos e as sociedades possam ter acesso a cuidados de saúde sustentáveis e a com custos que possam ser alocados dentro do sistema público de saúde.

A falta de profissionais em uma determinada área levou a uma série de intervenções implementadas pelo PMM. A retenção dos profissionais de saúde nestas áreas é fundamental para a qualidade da performance do sistema de saúde. A distribuição desigual da força de trabalho na área da saúde impede o acesso equitativo aos serviços de saúde, contribui para o aumento de custos dos cuidados de saúde e para a subutilização dos profissionais nas zonas mais desenvolvidas, continuando a ser uma barreira importante para a cobertura universal à saúde.

Em vez de considerar tradicionalmente o efeito das variáveis (incentivos financeiros e variáveis demografia) sobre a duração da prática, uma após a outra, o método de aprendizado de máquina examina todos os preditores potenciais simultaneamente de maneira imparcial e identifica padrões de informações que são úteis para fazer previsões acerca da retenção dos profissionais de saúde.

Métodos tradicionais de predição têm sido considerados limitados por apresentarem vieses uma série de fatores de confusão que podem levar a resultados imprecisos e discrepantes (18). O uso

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

de *machine learning* possibilita a incorporação de um grande número de dados e variáveis, aumentando a precisão e acurácia dos modelos de predição.

Modelos de *machine learning* capazes de prever adequadamente o tempo de permanência dos profissionais de saúde em comunidades vulneráveis na África do Sul, identificando as características geográficas associadas à retenção de profissionais (19). *Machine learning* models foram capazes de identificar com uma acurácia de 99,7% as variáveis associadas a retenção de profissionais em áreas rurais dos Estados Unidos (20).

O uso de *machine learning* tem um potencial enorme para contribuir na integração entre epidemiologia, análises econômicas e modelagem, melhorando as estimativas na área da pesquisa em serviços de saúde (21,22).

### **3. Justificativa e motivação para celebração do instrumento:**

A avaliação de programas como o Mais Médicos é complexa e apresenta uma série de desafios metodológicos, com resultados que podem, a princípio, parecer conflitantes, a depender dos parâmetros utilizados e da metodologia empregada. Desta forma, avaliar o custo-efetividade do programa e a sua sustentabilidade econômica a longo prazo, frente aos diferentes incentivos fornecidos, identificando regiões ou áreas onde o programa pode ser mais bem utilizado em termos de custo e efetividade é fundamental para o planejamento das ações a longo prazo.

A celebração deste instrumento com o Ministério da Saúde é justificada pela necessidade de implementar uma análise econômica robusta do Programa Mais Médicos, conforme as mudanças introduzidas pela Lei nº 14.621 de 2023, com base em quatro pilares fundamentais:

- **Avaliação de impacto:** O impacto da alocação de incentivos para retenção de profissionais médicos em áreas vulneráveis tem sido amplamente estudado em programas internacionais e nacionais. Estudos demonstram que incentivos financeiros, como bônus de fixação e oportunidades de qualificação profissional, são eficazes na retenção de médicos em áreas carentes. A análise do impacto dos novos incentivos permitirá ao Ministério da Saúde avaliar se esses benefícios estão realmente alcançando

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

seu objetivo de fixação prolongada de médicos e, assim, assegurar que o investimento seja sustentável a longo prazo.

- **Sustentabilidade financeira:** Programas de incentivo no setor de saúde pública requerem um acompanhamento detalhado para garantir a eficiência econômica e a boa alocação dos recursos. Estudos de custo-efetividade sobre programas semelhantes ao Programa Mais Médicos demonstram que houve reduções substanciais nas hospitalizações por condições sensíveis à atenção primária, resultando em economias significativas. A análise do Programa Mais Médicos após sua reformulação fornecerá dados essenciais para avaliar a relação entre os custos do programa e a redução das internações, principalmente em regiões historicamente carentes de assistência médica.
- **Tomada de decisão baseada em evidências:** Decisões políticas e orçamentárias no setor de saúde devem ser apoiadas por evidências robustas. A literatura sobre avaliação de programas de saúde pública reforça a importância de análises econômicas para orientar a alocação de recursos de forma eficaz. A análise de custo-efetividade permitirá ao MS identificar quais incentivos geram maior retorno, informando ajustes necessários nas políticas de saúde pública, especialmente no que diz respeito à distribuição desigual de profissionais médicos.
- **Planejamento estratégico a longo prazo:** O uso de modelos preditivos e *machine learning* tem se mostrado cada vez mais eficazes para projetar os custos futuros de programas de saúde e otimizar decisões orçamentárias. Ao aplicar essas ferramentas, o Ministério da Saúde poderá prever o impacto de diferentes estratégias de incentivo ao longo do tempo e ajustar suas políticas de maneira proativa, garantindo uma alocação eficiente de recursos e uma abordagem mais estratégica para enfrentar desafios futuros.

#### 4. Indicação do público-alvo:

Área técnica do Ministério da Saúde e indiretamente toda a população usuária do SUS.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

## 5. Objetivo Geral:

Avaliar o impacto econômico e o custo-efetividade dos benefícios incorporados pela Lei nº 14.621 de 14 de julho de 2023 do Programa Mais Médicos no Brasil.

## 6. Objetivo (s) específico (s):

- Avaliar o custo-efetividade dos diferentes incentivos incorporados através da Lei nº 14.621, educacionais e financeiros diretos, sobre a fixação de profissionais de saúde no período imediatamente anterior e posterior;
- Avaliar se existem diferenças no custo-efetividade do programa nas diferentes regiões do Brasil;
- Desenvolver modelos de predição de custo do Programa Mais Médicos utilizando *machine learning*, investigando quais os benefícios ou características associadas à fixação de profissionais e número de internações.

## 7. Descrição das metas, atividades e indicadores:

**Meta 01:** Desenvolver de 01 (um) modelo de decisão de custo-efetividade baseado em diferentes incentivos que fazem parte do Programa Mais Médicos no intervalo de 13 meses.

Atividade 1.1: Criar um modelo conceitual lógico, incorporando medidas de custo e desfecho a serem utilizados: 1 ano e 18 meses após a implementação da Lei;

Atividade 1.2: Coleta e integração das diferentes bases de dados;

Atividade 1.3. Cálculo dos custos e efetividades das estratégias e razões de custo-efetividade incrementais;

Atividade 1.4. Validação do modelo e análises de sensibilidade;

Atividade 1.5. Redação do relatório parcial com a apresentação dos resultados.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Indicador 1: *Modelo de decisão de custo-efetividade do Programa Mais Médicos entregue e validado com base nos diferentes incentivos previstos em Lei. Método de cálculo: este indicador será mensurado pela conclusão do modelo e pela entrega de um relatório técnico contendo a descrição do modelo conceitual, os cálculos de custos e efetividades, e as análises de sensibilidade dentro do prazo estabelecido.*

**Meta 02:** Realizar 1 (uma) comparação detalhada da avaliação de custo-efetividade do Programa Mais Médicos nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), utilizando dados econômicos e sociodemográficos regionais dentro do prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial ao final desse período.

Atividade 2.1. Cálculo dos custos e efetividades das estratégias e razões de custo-efetividade incrementais para cada região do país;

Atividade 2.2. Validação do modelo e análises de sensibilidade;

Atividade 2.3. Redação do relatório parcial com a apresentação dos resultados.

Indicador 2: Número de análises de custo-efetividade realizadas nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Método de cálculo: este indicador será mensurado com base em dados econômicos e sociodemográficos, realizadas dentro do prazo de 13 meses.

**Meta 03:** Desenvolver 1 (um) modelo de modelagem matemática baseada em técnicas de *machine learning* para prever os custos associados ao Programa Mais Médicos, considerando as diferentes estratégias de incentivos e suas implicações na fixação de profissionais em áreas de alta vulnerabilidade, em um prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial contendo as previsões de custos ao final desse período.

Atividade 3.1 Definir um modelo conceitual lógico, incorporando medidas demográficas e de custo para fixação de profissionais de saúde em áreas do Programa Mais Médicos;

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Atividade 3.2. Abstração e consolidação os bancos de dados disponíveis;

Atividade 3.3. Seleção dos modelos de *machine learning*;

Atividade 3.4. Teste do modelo final;

Atividade 3.5: Produção de dados de predição.

Indicador 3: Modelagem matemática desenvolvida e validada. Método de cálculo: este indicador será mensurado baseado em técnicas de *machine learning* para previsão de custos associada ao Programa Mais Médicos, considerando as estratégias de incentivos e suas implicações, com a entrega de um relatório parcial contendo as predições de custos dentro do prazo de 13 meses.

**Meta 04:** Desenvolver 2 (dois) policy briefing e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com o objetivo de fornecer dados, disseminar resultados do estudo e produzir recomendações aos gestores públicos nas esferas municipal, estadual e federal, em um prazo de 13 meses.

Atividade 4.1: Planejamento e Estruturação do Policy Briefing;

Atividade 4.2: Desenvolvimento do Conteúdo;

Atividade 4.3: Redação e Revisão;

Atividade 4.4: Finalização e Disseminação.

Indicador 4: Número absoluto de policy briefings e relatórios entregues. Método de cálculo: o indicador será mensurado pela elaboração e entrega de 2 (dois) policy briefings e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com recomendações direcionadas aos gestores públicos nas esferas municipal, estadual e federal, dentro do prazo de 13 meses.

## 8. Metodologia

Trata-se de um estudo observacional utilizando dados secundários. As análises econômicas serão realizadas através de dois tipos de estudo: Estudo de custo-efetividade, que irá responder aos

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

primeiros dois objetivos específicos (meta 1 e 2) e um estudo de modelagem de custos utilizando machine learning.

O desfecho principal a ser estudado será a fixação de profissionais na atenção primária. Tempo de fixação no local primário, permanência no programa e na região geográfica inicialmente designada serão considerados desfechos secundários, bem como o número de internações por condições sensíveis à atenção primária (Portaria Nº 221, DE 17 de abril de 2008).

### **Estudo de custo-efetividade**

O estudo de custo-efetividade utilizará a abordagem clássica, conforme descrito nas diretrizes do Ministério da Saúde (23,23,24), Organização Panamericana da Saúde (23) e Organização Mundial da Saúde (2), integrando análises de custo-efetividade e impacto econômico (25).

Perspectiva: Ministério da Saúde ou Sociedade (pois inclui os gastos do INSS e talvez os dos municípios)

Pergunta:

|   |                                                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|
| P | Médicos do Programa Mais Médicos que ingressaram após julho de 2023            |
| I | Benefícios financeiros implementados pela Lei nº 14.621 de 14 de julho de 2023 |
| C | Médicos do Programa Mais Médicos que ingressaram anteriormente a nova lei      |
| O | Fixação dos médicos no local primário de designação (12 meses e 18 meses)      |

Brevemente, as etapas a serem desenvolvidas serão:

- a. Criação de um modelo conceitual lógico incorporando medidas de custo a serem utilizados;

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

- b. Abstração dos dados e consolidação das diferentes bases de dados (dados sobre o PMM, base sobre formação dos recursos humanos - FIOCRUZ, base com informações do FIES);
- c. Cálculo dos custos e efetividades das estratégias e razões de custo-efetividade incrementais. A principal medida de desfecho será a retenção dos profissionais no programa durante 12 e 18 meses. A retenção na área primária alocada e na região geográfica alocada também serão avaliados. Serão incorporados no modelo valores com bolsa-formação, auxílio moradia, auxílio alimentação, auxílio deslocamento, custos com formação (diferentes níveis de incentivo educacional), outros benefícios utilizados como licença maternidade e paternidade durante o tempo estudado, valor utilizado por profissional do FIES.
- d. Estratificação dos cálculos de custo-efetividade pelas cinco regiões geográficas do Brasil;
- e. Validação do modelo e análises de sensibilidade. A validação do modelo será feita seguindo as recomendações do ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force-7(26). A validade interna do modelo será avaliada através do instrumento desenvolvido pelo CADTH (Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health)(27). Análises de sensibilidade serão realizadas levando em conta a faixa de valores do auxílio alimentação.
- f. Descrição e discussão dos resultados.

### **Modelo preditivo utilizando *Machine Learning***

Para atender ao terceiro objetivo específico (meta 3), será realizado um estudo de modelagem para estimar os custos do programa ao longo do tempo, de acordo com as várias estratégias de incentivo, utilizando *machine learning*:

1. Criar um modelo conceitual para cada um dos agravos estudados com definição de variáveis a serem utilizadas no modelo (28,29);

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

2. Seleção e consolidação dos dados disponíveis;

Serão utilizados bancos de dados com informações sobre o PMM e base com informações do FIES (fornecidos pelo Ministério da Saúde), base sobre formação dos recursos humanos (FIOCRUZ), dados com informações sociodemográficas e econômicas (IBGE) e informações sobre serviços de saúde (CNES). Análises secundárias utilizando como desfecho as internações sensíveis à atenção primária serão realizadas usando-se as informações do SIH/SUS.

Após identificar e selecionar múltiplos bancos de dados relevantes para o projeto de *machine learning*, o próximo passo consiste em consolidar essas diferentes fontes de dados em um banco de dados único e coeso.

Esse processo envolve várias etapas críticas:

a. Integração e Mapeamento de Esquemas: Primeiramente, é necessário realizar uma análise detalhada dos esquemas de cada banco de dados, identificando correspondências e diferenças nas estruturas de dados (como nomes de tabelas, tipos de dados e relacionamentos). Isso permite mapear os diferentes esquemas em um formato comum, garantindo a consistência dos dados integrados.

b. Normalização e Limpeza de Dados: Antes da fusão, os dados provenientes de diferentes fontes serão submetidos a um processo de normalização, padronizando formatos, unidades de medida, nomenclaturas, e resolvendo possíveis conflitos ou duplicidades. Além disso, técnicas de limpeza de dados serão aplicadas para lidar com dados ausentes, outliers e inconsistências.

c. União de Dados (Data Merging): Com os dados normalizados, a próxima etapa é realizar a fusão dos conjuntos de dados, seja por meio de operações de junção (joins) em caso de dados relacionais, ou agregação (union/append) em caso de dados não-relacionais. Essa fusão é conduzida de maneira a preservar as relações entre os dados e maximizar a integridade e a completude das informações combinadas.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

d. Criação de Índices e Estruturação: Uma vez consolidado, o banco de dados unificado será estruturado com a criação de índices, chaves primárias e estrangeiras, e outras otimizações de performance, facilitando o acesso eficiente aos dados e a execução de consultas complexas durante as fases de modelagem de *machine learning*.

e. Validação e Verificação: Finalmente, será realizada uma validação minuciosa do banco de dados unificado, comparando amostras dos dados resultantes com os dados originais para assegurar que a fusão manteve a integridade e a precisão dos dados. Verificações de consistência e testes de performance garantirão que o banco de dados esteja pronto para suportar as atividades de treinamento e avaliação de modelos de *machine learning*.

Esse processo de consolidação é essencial para garantir que o projeto de *machine learning* seja baseado em uma base de dados completa, coerente e otimizada, maximizando a qualidade e a robustez dos modelos gerados.

### 3. Seleção dos modelos de *machine learning*

Para selecionar o modelo de *machine learning* mais adequado aos meus dados, é fundamental passar por uma fase estruturada de experimentação e validação de diferentes algoritmos. Essa etapa começa com a escolha de um conjunto de algoritmos que possuem potencial para resolver o problema em questão. Tipicamente, esses algoritmos incluem, mas não se limitam a métodos de classificação como regressão logística, SVM (Support Vector Machine), árvores de decisão, ensembles como Random Forest e Gradient Boosting, e técnicas baseadas em redes neurais, como MLPs (Multi-Layer Perceptrons).

Cada um desses algoritmos possui diferentes capacidades de modelagem e pressupostos subjacentes sobre a distribuição dos dados e as relações entre variáveis. Por exemplo, a regressão logística assume linearidade entre as *features* e a variável de saída, enquanto redes neurais podem modelar relações não lineares complexas. Devido a essas diferenças, o desempenho de cada modelo pode variar significativamente dependendo

## Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

das características específicas dos dados—tais como a presença de outliers, multicolinearidade, a relação entre variáveis, e o balanceamento de classes.

A experimentação consiste em treinar esses modelos com os dados disponíveis, utilizando técnicas de validação cruzada (como *k-fold cross-validation*) para garantir que o desempenho avaliado seja representativo e não enviesado por overfitting em uma única partição dos dados. Durante essa etapa, diferentes métricas de avaliação são aplicadas, dependendo do objetivo final do modelo. Por exemplo, em problemas de classificação binária, métricas como acurácia, precisão, recall, F1-score, e a curva ROC-AUC são essenciais para entender a performance sob diferentes perspectivas (balanceamento entre falsos positivos e falsos negativos, capacidade de discriminação, etc.).

Além da avaliação de desempenho bruto, também se realiza uma análise de *tuning* de hiperparâmetros para cada modelo, utilizando técnicas como *grid search* ou *random search*, a fim de identificar a configuração de parâmetros que maximizam a performance do algoritmo. Esse processo permite ajustar o modelo não apenas para a melhor performance geral, mas também para uma performance estável e robusta frente à variabilidade dos dados.

Após a experimentação e avaliação, a seleção do modelo final é baseada em uma combinação de critérios quantitativos (como as métricas de desempenho mencionadas) e qualitativos, como a interpretabilidade do modelo, complexidade computacional, tempo de treinamento e inferência, e escalabilidade para novos dados. A escolha do modelo mais adequado, portanto, não depende apenas do desempenho em termos de acurácia ou outras métricas, mas também de como ele se integra ao contexto operacional e às restrições do problema específico.

### 4. Teste do modelo final

Depois do modelo escolhido faremos a validação completa dos dados sobre este modelo: Testes com Dados de Teste: Após treinar o modelo com os dados de treinamento, o modelo é avaliado usando um conjunto de dados separado, conhecido como dados de

## Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

teste. Este conjunto de dados não foi usado durante o treinamento e serve para verificar a capacidade do modelo de fazer previsões em situações novas.

**Avaliação de Métricas de Desempenho:** Métricas como acurácia, precisão, recall, F1-score, e AUC-ROC são calculadas para avaliar a performance do modelo. Essas métricas ajudam a determinar se o modelo está atingindo o nível de desempenho esperado.

**Análise de Overfitting e Underfitting:** Durante os testes, é importante verificar se o modelo está sofrendo de overfitting (onde o modelo se ajusta muito bem aos dados de treinamento, mas não generaliza para novos dados) ou underfitting (onde o modelo não captura bem os padrões nos dados). Testar o modelo com os dados de teste ajuda a identificar esses problemas.

**Validação Cruzada (Cross-Validation):** Em alguns casos, pode ser útil realizar uma validação cruzada, onde o conjunto de dados é dividido em múltiplas partes, e o modelo é treinado e testado várias vezes em diferentes subdivisões dos dados. Isso fornece uma estimativa mais robusta do desempenho do modelo.

**Ajustes Finais e Tunagem de Hiperparâmetros:** Com base nos resultados dos testes, pode ser necessário ajustar os hiperparâmetros do modelo ou fazer pequenos ajustes para melhorar o desempenho antes de considerar o modelo como final.

## 5. Produção de dados de predição

Com o modelo final selecionado e validado, a próxima etapa envolve a aplicação do modelo para gerar previsões futuras com base nos dados históricos disponíveis. O modelo será utilizado para projetar tendências e resultados para os próximos anos, considerando os parâmetros previamente definidos. Esses dados históricos serão alimentados no modelo em lote, permitindo a geração de previsões que ajudarão a prever cenários futuros e a tomar decisões estratégicas. A produção dessas previsões incluirá a análise de diferentes cenários, levando em conta possíveis variações nos parâmetros ao longo do tempo, garantindo assim que as projeções sejam robustas e úteis para o planejamento de longo prazo.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

6. Relatório final

Com o modelo implementado e as previsões realizadas, o próximo passo é a criação de um do relatório final e do artigo científico que documentará detalhadamente todo o processo do projeto. Este relatório incluirá uma descrição completa dos dados utilizados, a metodologia aplicada, a seleção e o treinamento do modelo, os resultados dos testes e validações, além das previsões geradas para os próximos anos. O artigo também apresentará uma análise crítica dos resultados, discutindo suas implicações práticas, as limitações do estudo, e sugestões de melhorias para futuras pesquisas. Para atender aos padrões acadêmicos, o artigo será estruturado de acordo com as normas exigidas pelas revistas científicas, incluindo uma revisão da literatura relevante, uma discussão sobre a importância dos resultados no contexto atual, e as contribuições do estudo para o campo de machine learning aplicado à saúde pública (ou outra área específica). Este artigo será essencial para a comunicação dos achados, a disseminação do conhecimento gerado e a replicabilidade do estudo por outros pesquisadores.

7. Avaliação de risco

Ao conduzir um projeto de machine learning com dados de saúde pública, é crucial considerar e mitigar diversos riscos associados a aspectos éticos, legais, técnicos e operacionais. Aqui estão os principais riscos a serem considerados:

1. Privacidade e Segurança de Dados

- Risco: A manipulação de dados de saúde pública envolve informações sensíveis e pessoais, o que impõe um risco significativo de violação de privacidade. Um vazamento de dados pode resultar em consequências legais severas, perda de confiança pública, e danos à reputação das instituições envolvidas.
- Mitigação: Implementar rigorosas medidas de segurança de dados, como criptografia, anonimização e controle de acesso, além de garantir conformidade com regulamentações

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

como a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) no Brasil ou o GDPR (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados) na Europa.

## 2. Viés e Discriminação

- Risco: Os modelos de machine learning treinados com dados de saúde podem refletir ou até amplificar preconceitos presentes nos dados originais, levando a decisões discriminatórias contra certos grupos populacionais, como minorias étnicas, socioeconômicas ou de gênero.
- Mitigação: Realizar auditorias contínuas nos dados e nos modelos para identificar e corrigir vieses, além de aplicar técnicas de fairness (equidade) no desenvolvimento e avaliação dos algoritmos.

## 3. Qualidade e Integridade dos Dados

- Risco: Dados de saúde pública podem ser incompletos, inconsistentes, ou desatualizados, o que pode comprometer a precisão e a robustez dos modelos de machine learning. Dados mal documentados ou mal preparados podem levar a resultados imprecisos ou até perigosos.
- Mitigação: Implementar processos rigorosos de limpeza, normalização e validação dos dados antes de utilizá-los no treinamento dos modelos. Garantir que as fontes de dados sejam confiáveis e representem adequadamente a população-alvo.

## 4. Interpretação e Explicabilidade do Modelo

- Risco: Modelos de machine learning, especialmente os mais complexos como *deep learning*, podem ser difíceis de interpretar, o que gera desafios na explicação dos resultados para profissionais de saúde e na tomada de decisões clínicas. Falta de explicabilidade pode reduzir a confiança dos stakeholders e complicar a adoção dos modelos.

## Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

- Mitigação: Optar por modelos mais interpretáveis quando possível, ou complementar modelos complexos com técnicas de explicação (como LIME ou SHAP). Manter uma comunicação clara e transparente com as partes interessadas sobre as limitações e o funcionamento do modelo.

### 5. Regulamentação e Conformidade Legal

- Risco: O uso de machine learning em saúde pública está sujeito a regulamentações específicas que variam por jurisdição. O não cumprimento dessas regulamentações pode resultar em sanções legais, processos judiciais e atrasos no projeto.
- Mitigação: Assegurar que todas as fases do projeto estejam em conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis, e envolver especialistas jurídicos desde o início do projeto para navegar pelos requisitos regulatórios.

### 6. Sobrefitting e Generalização

- Risco: Existe o risco de que o modelo se ajuste excessivamente aos dados de treinamento (*overfitting*), capturando ruídos ou padrões específicos que não se generalizam bem para novos dados, especialmente em um contexto de saúde pública onde a variabilidade de casos pode ser alta.
- Mitigação: Aplicar técnicas de validação cruzada rigorosa e considerar a introdução de regularização nos modelos. Utilizar dados de teste diversos e representativos para avaliar a capacidade de generalização dos modelos.

### 7. Impacto nas Decisões Clínicas

- Risco: Decisões clínicas ou de políticas públicas baseadas em modelos de machine learning incorretos ou imprecisos podem levar a consequências adversas para pacientes e a população, como diagnósticos incorretos, tratamento inadequado ou alocação indevida de recursos.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

- Mitigação: Garantir que os modelos sejam extensivamente validados e testados em cenários do mundo real antes de serem implementados na prática clínica. Envolver profissionais de saúde no desenvolvimento e na validação dos modelos para garantir relevância e segurança.

8. Desafios na Implementação e Escalabilidade

- Risco: A implementação de soluções baseadas em machine learning na saúde pública pode enfrentar desafios técnicos e operacionais, como integração com sistemas existentes, necessidade de infraestrutura robusta e adaptação contínua do modelo a novas informações e dados.
- Mitigação: Planejar a implementação com foco na escalabilidade e na integração sistêmica desde o início. Realizar testes piloto para identificar e resolver problemas potenciais antes da implantação em larga escala.

**Disseminação dos resultados**

Os resultados serão disseminados para os principais atores interessados na informação, sendo estes os gestores nas três esferas do governo: municipal, estadual e federal.

Além de um relatório final incorporando as informações dos relatórios parciais, será desenvolvido um Policy Briefing utilizando as metodologias APEASE sugeridas pelo NIHR (30) e considerando as barreiras para a disseminação do conhecimento (31).

Brevemente, várias etapas serão seguidas, conforme abaixo:

1. Planejamento e Estruturação do Policy Briefing
  - Realizar um levantamento abrangente dos modelos de policy briefing empregados no setor de saúde pública, identificando variáveis-chave e estruturas documentais predominantes.
  - Efetuar Análise Comparativa e Benchmarking dos Modelos Mapeado
  - Definir os objetivos do policy briefing.
  - Identificar os usuários do conhecimento e Especificar Objetivos para Cada Grupo.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

- Revisar e sintetizar os modelos de tradução do conhecimento mais eficazes à escala global, utilizando uma abordagem de revisão sistemática para identificar práticas de sucesso.
- 2. Desenvolvimento do Conteúdo
  - Pesquisar e coletar dados, selecionando as evidências mais apropriadas para os usuários do conhecimento.
  - Transformar análises em mensagens-chave, delineando problemas e soluções/benefícios.
- 3. Redação e Revisão
  - Estruturar o draft inicial do policy briefing.
  - Redigir o conteúdo do policy briefing, incorporando as mensagens-chave.
  - Revisar e editar o documento, incluindo feedback de partes interessadas.
- 4. Finalização e Disseminação
  - Realizar as revisões finais baseadas no feedback recebido.
  - Finalizar o layout e a formatação do policy briefing.
  - Distribuir o policy briefing para os usuários do conhecimento identificados.
  - Acompanhar a recepção e o impacto do documento, ajustando as estratégias conforme necessário.

Um grupo focal com servidores do Ministério da Saúde será feito para avaliar a adequabilidade do instrumento e conteúdo a ser disseminado.

## 9. Resultados Esperados e produtos

|               | RESULTADOS ESPERADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PRODUTO(S)                                                                                     | INDICADOR                                                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>META 1</b> | Desenvolver de 01 (um) modelo de decisão de custo-efetividade baseado em diferentes incentivos que fazem parte do Programa Mais Médicos no intervalo de 13 meses.                                                                                                                                                                          | Relatório parcial contendo o modelo de decisão sobre as estimativas de custo-efetividade       | Modelo de decisão de custo-efetividade do Programa Mais Médicos entregue e validado com base nos diferentes incentivos previstos em Lei.   |
| <b>META 2</b> | Realizar 1 (uma) comparação detalhada da avaliação de custo-efetividade do Programa Mais Médicos nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), utilizando dados econômicos e sociodemográficos regionais dentro do prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial ao final desse período. | Relatório parcial contendo as estimativas de custo-efetividade por região geográfica do Brasil | Número de análises de custo-efetividade realizadas nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). |
| <b>META 3</b> | Desenvolver 1 (um) modelo de modelagem matemática baseada em técnicas de                                                                                                                                                                                                                                                                   | Relatório parcial contendo a modelagem matemática com as                                       | Modelagem matemática desenvolvida e validada                                                                                               |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                             |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                | <i>machine learning</i> para prever os custos associados ao Programa Mais Médicos, considerando as diferentes estratégias de incentivos e suas implicações na fixação de profissionais em áreas de alta vulnerabilidade, em um prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial contendo as previsões de custos ao final desse período. | características e custos associados a fixação de profissionais por meio do PMM                                                            |                                                             |
| <b>META 4:</b> | Desenvolver 2 (dois) policy briefing e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com o objetivo de fornecer dados, disseminar resultados do estudo e produzir recomendações aos gestores públicos nas esferas municipal, estadual e federal, em um prazo de 13 meses.                                                     | Relatório final com a consolidação das informações produzidas e Policy Briefing contendo os principais achados do estudo e recomendações. | Número absoluto de policy briefings e relatórios entregues. |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

## 10. Riscos

**Meta 01:** Desenvolver de 01 (um) modelo de decisão de custo-efetividade baseado em diferentes incentivos que fazem parte do Programa Mais Médicos no intervalo de 13 meses.

A Mitigação será feita através de contatos institucionais prévios com as áreas envolvidas, com apoio da CGPLAD.

**Meta 02:** Realizar 1 (uma) comparação detalhada da avaliação de custo-efetividade do Programa Mais Médicos nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), utilizando dados econômicos e sociodemográficos regionais dentro do prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial ao final desse período.

A Mitigação será feita através de contatos institucionais prévios com as áreas envolvidas, com apoio da CGPLAD.

**Meta 03:** Desenvolver 1 (um) modelo de modelagem matemática baseada em técnicas de *machine learning* para prever os custos associados ao Programa Mais Médicos, considerando as diferentes estratégias de incentivos e suas implicações na fixação de profissionais em áreas de alta vulnerabilidade, em um prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial contendo as predições de custos ao final desse período.

A mitigação será feita através da contratação de uma empresa para o fornecimento de estrutura física computacional adequada e contratação de recursos humanos para modelagem em machine learning.

**Meta 04:** Desenvolver 2 (dois) policy briefing e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com o objetivo de fornecer dados, disseminar resultados do estudo e produzir recomendações aos gestores públicos nas esferas municipal, estadual e federal, em um prazo de 13 meses.

A mitigação será feita através de contato com lideranças do CONAS E CONASEMS.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

## 11. Cronograma físico-financeiro

### 11.1 Cronograma de execução

O custo total do Projeto será de R\$ R\$ 983.696,70 (novecentos e oitenta e três mil, seiscentos e noventa e seis reais e setenta centavos) com vigência de 13 meses, conforme detalhado nos quadros abaixo:

| Meta/atividade                                                                                                                                                                    | Mês |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|                                                                                                                                                                                   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Meta 01:</b> Desenvolver de 01 (um) modelo de decisão de custo-efetividade baseado em diferentes incentivos que fazem parte do Programa Mais Médicos no intervalo de 13 meses. | x   | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x  | x  | x  |
| Atividade 1.1: Criar um modelo conceitual lógico, incorporando medidas de custo e                                                                                                 | x   | x |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| desfecho a serem utilizados: 1 ano e 18 meses após a implementação da Lei;                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 1.2: coleta e integração das diferentes bases de dados;                                            |   | x | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 1.3. Cálculo dos custos e efetividades das estratégias e razões de custo-efetividade incrementais. |   |   |   | x | x | X | X | x |   |   |   |   |   |
| Atividade 1.4. Validação do modelo e análises de sensibilidade.                                              |   |   |   |   |   |   | x | x | x | x |   |   |   |
| Atividade 1.5. Redação do relatório parcial com a apresentação dos resultados                                |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x | x | x | x |
| <b>Meta 02:</b> Realizar 1 (uma) comparação detalhada da avaliação de custo-efetividade do                   | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Programa Mais Médicos nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), utilizando dados econômicos e sociodemográficos regionais dentro do prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial ao final desse período. |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 2.1. Cálculo dos custos e efetividades das estratégias e razões de custo-efetividade incrementais para cada região do país;                                                                                                                           |  |  |  |  |  | x | x | x | x |   |   |   |   |
| Atividade 2.2. Validação do modelo e análises de sensibilidade                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |   | x | x | x | x |   |   |   |
| Atividade 2.3. Redação do relatório parcial com a apresentação dos resultados                                                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |   |   |   | x | x | x | x | x |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p><b>Meta 03:</b> Desenvolver 1 (um) modelo de modelagem matemática baseada em técnicas de <i>machine learning</i> para prever os custos associados ao Programa Mais Médicos, considerando as diferentes estratégias de incentivos e suas implicações na fixação de profissionais em áreas de alta vulnerabilidade, em um prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial contendo as predições de custos ao final desse período.</p> | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| <p>Atividade 3.1 Definir um modelo conceitual lógico, incorporando medidas demográficas e de custo para fixação de profissionais de saúde em áreas do Programa Mais Médicos;</p>                                                                                                                                                                                                                                                             | x | x | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atividade 3.2. Abstração e consolidar os bancos de dados disponíveis                                                                                                                                                                 |   | x | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 3.3. Seleção dos modelos de machine learning                                                                                                                                                                               |   |   |   |   | x | x | x | x |   |   |   |   |   |
| Atividade 3.4. Teste do modelo final                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |   | x | x | x |   |   |   |   |
| Atividade 3.5: Produção de dados de predição                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |   |   |   | x | x | x |   |   |   |
| Atividade 3.6. Redação do relatório parcial com a apresentação dos resultados                                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x | x |
| <b>Meta 04:</b> Desenvolver 2 (dois) policy briefing e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com o objetivo de fornecer dados, disseminar resultados do estudo e produzir recomendações aos gestores públicos | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nas esferas municipal, estadual e federal, em um prazo de 13 meses.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 4.1: Planejamento e Estruturação do <i>Policy Briefing</i> | x | x | x | x | x | x | x |   |   |   |   |   |   |
| Atividade 4.2: Desenvolvimento do Conteúdo                           |   |   |   |   |   |   | x | x | x | x | x |   |   |
| Atividade 4.3: Redação e Revisão                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x |   |   |
| Atividade 4.4: Finalização e Disseminação                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x | x | x |

## 11.2 Cronograma de execução financeira

| Meta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Rubrica         | Mês    |     | Total      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|-----|------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 | Início | Fim |            |
| <i>Meta 1</i> - Desenvolver de 01 (um) modelo de decisão de custo-efetividade baseado em diferentes incentivos que fazem parte do Programa Mais Médicos no intervalo de 13 meses.                                                                                                                                                                          | Pessoa física   | 01     | 13  | 156.050,00 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pessoa jurídica | 01     | 13  | 108.333,35 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total</b>    |        |     | 264.383,35 |
| <i>Meta 2</i> - Realizar 1 (uma) comparação detalhada da avaliação de custo-efetividade do Programa Mais Médicos nas cinco regiões geográficas do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), utilizando dados econômicos e sociodemográficos regionais dentro do prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial ao final desse período. | Pessoa física   | 08     | 13  | 59.500,00  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pessoa jurídica | 06     | 13  | 82.843,15  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total</b>    |        |     | 142.343,15 |
| <i>Meta 3</i> - Desenvolver 1 (um) modelo de modelagem matemática baseada em técnicas de <i>machine learning</i> para prever os custos associados ao Programa Mais Médicos, considerando as diferentes estratégias de incentivos e suas implicações na                                                                                                     | Pessoa física   | 1      | 13  | 71.050,00  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pessoa jurídica | 1      | 13  | 198.823,55 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Passagens       | 2      | 13  | 5.400,00   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Diárias         | 2      | 13  | 2.550,00   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Total</b>    |        |     | 277.823,55 |

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |    |    |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|----|------------|
| fixação de profissionais em áreas de alta vulnerabilidade, em um prazo de 13 meses, com a entrega do relatório parcial contendo as predições de custos ao final desse período.                                                                                                                    |                 |    |    |            |
| Meta 4 - Desenvolver 2 (dois) policy briefing e 1 (um) relatório final contendo as informações consolidadas, com o objetivo de fornecer dados, disseminar resultados do estudo e produzir recomendações aos gestores públicos nas esferas municipal, estadual e federal, em um prazo de 13 meses. | Pessoa física   | 13 | 13 | 11.500,00  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Pessoa jurídica | 1  | 13 | 162.503,00 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Passagens       | 2  | 13 | 9.000,00   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Diárias         | 2  | 13 | 2.975,00   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Total</b>    |    |    | 185.978,00 |
| <b>Pessoa Física</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |    |    | 298.100,00 |
| <b>Pessoa Jurídica - DOA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |    |    | 552.503,05 |
| <b>Passagens</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |    |    | 14.400,00  |
| <b>Diárias</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |    |    | 5.525,00   |
| <b>Material de Consumo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |    |    | 0,00       |
| <b>Custos indiretos* (11,50%)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |    |    | 113.168,65 |
| <b>VALOR DO TED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |    |    | 983.696,70 |

\*Decreto 10.426/2020 - Cap. I. Seção II. Art. 2º. VI - custos indiretos necessários à consecução do objeto do TED: a) aluguéis; b) manutenção e limpeza de imóveis; c) fornecimento de energia elétrica e de água; d) serviços de comunicação de dados e de telefonia; e) taxa de administração; e f) consultoria técnica, contábil e jurídica. Cap. II. Seção. Art. 8º. §2º É permitido o pagamento de despesas relativas a custos indiretos no limite de 20% do valor global pactuado, mediante previsão expressa no plano de trabalho. Atenção: não inclui encargos sociais e trabalhistas. Portaria nº 1.083/2023 – Art. 16 – Mediante previsão expressa no plano de trabalho, é permitido o

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

pagamento de despesas relativas a custos indiretos necessários à consecução do objeto, observado o limite de 20% (vinte por cento) do valor global pactuado.

### 11.3 Custos indiretos

| Detalhamento de estimativa das despesas institucionais com custos indiretos relacionados ao projeto                                      | Valor             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Despesas operacionais e Administrativas da Fundação de Apoio (8%)                                                                        | R\$ 69.642,24     |
| Ressarcimento do uso da Infraestrutura da UFCSPA, conforme estabelecido na Norma de Relacionamento com Fundações de Apoio da UFCSPA (5%) | 43.526,40         |
| <b>Total</b>                                                                                                                             | <b>113.168,65</b> |

## 12. Cronograma de Desembolso

### a) Memória de cálculo

Em anexo a planilha Plano de Aplicação – Memória em Cálculo.

### b) Cronograma de desembolso

A descentralização orçamentária ocorrerá conforme o cronograma a seguir e o pagamento financeiro condicionado às entregas estabelecidas no cronograma de execução física, mediante apresentação de relatório situacional das atividades e a execução/liquidação, de no mínimo, 75% (setenta e cinco por cento) da parcela solicitada, conforme registros existentes no SIAFI.

| PARCELA   | MÊS       | VALOR (R\$)    | ATIVIDADES/METAS                                                                                           |
|-----------|-----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>01</b> | <i>01</i> | R\$ 446.135,75 | <i>1.1, 1.2, 1.3 (parcial), 2.1 (parcial), 2.2 (parcial), 3.1, 3.2, 3.3 (parcial), 4.1 e 4.2 (parcial)</i> |
| <b>02</b> | <i>06</i> | R\$ 424.392,30 | <i>1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 4.2, 4.3 e 4.4</i>                                    |

## 13. Plano de aplicação consolidado

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

| <b>CÓDIGO DA NATUREZA DA DESPESA</b> | <b>VALOR BRUTO PREVISTO</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bolsas (339036)                      | R\$ 298.100,00              |
| Pessoa Jurídica (339039)             | R\$ 552.503,05              |
| Passagens (339033)                   | R\$ 14.400,00               |
| Diárias (339014)                     | R\$ 5.525,00                |

**14. Classificação funcional programática:**

- Fonte de recurso: 00030420240042 - MAIS MÉDICOS - PROGRAMA - SERVIÇO
- Funcional programática: 20.36901.10.301.5119.21BG – Formação e Provisão de Profissionais para a Atenção Primária à Saúde
- Plano Orçamentário: PO 0001 - – Apoio a ações de formação e capacitação no âmbito da Atenção Primária à Saúde

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

### 15. Relação dos participantes do Projeto

| Nome                 | CPF            | E-MAIL                    | SIAPÉ<br>(quando se aplica) | LINK DO CURRÍCULO<br>LATTES                                                                 |
|----------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eliaana Wendland     | 59788127053    | elianawend@gmail.com      | 1760014                     | <a href="http://lattes.cnpq.br/4100390278762838">http://lattes.cnpq.br/4100390278762838</a> |
| Carlos Pilz          | 801.454.690-34 | pilzcarlos@gmail.com      | N/A                         | <a href="http://lattes.cnpq.br/3734241405397826">http://lattes.cnpq.br/3734241405397826</a> |
| Sílvia César Cazella | 677.172.680-00 | silvioc@ufcspa.edu.br     | 1804868                     | <a href="http://lattes.cnpq.br/9173977294178020">http://lattes.cnpq.br/9173977294178020</a> |
| Carine Raquel Blatt  | 97005193091    | carineblatt@ufcspa.edu.br | 1488211                     | <a href="http://lattes.cnpq.br/4746842392238066">http://lattes.cnpq.br/4746842392238066</a> |

O objeto da contratação dos membros da equipe não contempla atividades inerentes às categorias funcionais abrangidas pelo plano de cargos e salários da Instituição, diante da vedação contida no Decreto nº 9.507 de 21 de setembro de 2018 que trata da Política e Diretrizes para o desenvolvimento de pessoal da administração pública federal direta, autárquica e fundacional.

A concessão de bolsas a servidores públicos para participação nesse projeto dar-se-á mediante o limite estabelecido pelo *pelo Art. 37, XI, da Constituição Federal e disposto no Art. 7º do Decreto nº 7.423/2010.*

## 16. Referências Bibliográficas

1. Arredondo K, Touchett HN, Khan S, Vincenti M, Watts BV. Current Programs and Incentives to Overcome Rural Physician Shortages in the United States: A Narrative Review. J Gen Intern Med. julho de 2023;38(S3):916–22.
2. World Health Organization, Global Health Workforce Alliance. Financing and economic aspects of health workforce scale-up and improvement : framework paper : GHWA financing task force, October 2008. Financ Asp Économiques Augment À Léchelle Amélioration Perform Ressour Hum Pour Santé Doc Cadre Groupe Trav Sur Financ Form Ressour Hum Pour Santé Octobre 2008. 2009;68.
3. Bärnighausen T, Bloom DE. Financial incentives for return of service in underserved areas: a systematic review. BMC Health Serv Res. dezembro de 2009;9(1):86.
4. Swami M, Scott A. Impact of rural workforce incentives on access to GP services in underserved areas: Evidence from a natural experiment. Soc Sci Med. julho de 2021;281:114045.
5. Ribas S. Demografia Médica no Brasil 2023. 6º ed. SÃO PAULO, SP: Cristiane de Jesus Almeida; 2023. 350 p.
6. Brasil. Medida Provisória nº 621, de 8 de julho de 2013. Institui o Programa Mais Médicos e dá outras providências. Diário Oficial da União [Internet]. 2013 [citado 12 de setembro de 2024]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/mpv/mpv621.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/mpv/mpv621.htm)
7. Brasil. Lei nº 12.871, de 22 de outubro de 2013. Institui o Programa Mais Médicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, [Internet]. 2013 [citado 12 de setembro de 2024]. Disponível em: Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L12871.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L12871.htm)

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

8. Oliveira JPA, Sanchez MN, Santos LMP. O Programa Mais Médicos: provimento de médicos em municípios brasileiros prioritários entre 2013 e 2014. *Ciênc Saúde Coletiva*. setembro de 2016;21(9):2719–27.
9. Secretaria de Atenção Primária a Saúde. Boletim Mais Médicos Informa [Internet]. 2014 [citado 12 de setembro de 2024]. Disponível em: [http://maismedicos.gov.br/images/2024/Informes/Boletim\\_abril\\_2024\\_v4.pdf](http://maismedicos.gov.br/images/2024/Informes/Boletim_abril_2024_v4.pdf)
10. Oliveira FPD, Pinto HA, Figueiredo AMD, Cyrino EG, Oliveira Neto AVD, Rocha VXMD. Brazilian More Doctors Program: assessing the implementation of the Education Axis from 2013 to 2015. *Interface - Comun Saúde Educ*. 2019;23(suppl 1):e170949.
11. Pinto HA, Oliveira FPD, Santana JSS, Santos FDODS, Araujo SQD, Figueiredo AMD, et al. Programa Mais Médicos: avaliando a implantação do Eixo Provimento de 2013 a 2015. *Interface - Comun Saúde Educ*. 21 de agosto de 2017;21(suppl 1):1087–101.
12. Girardi SN, Stralen ACDSV, Cella JN, Wan Der Maas L, Carvalho CL, Faria EDO. Impacto do Programa Mais Médicos na redução da escassez de médicos em Atenção Primária à Saúde. *Ciênc Saúde Coletiva*. setembro de 2016;21(9):2675–84.
13. Mota RGD, Barros NF. O Programa Mais Médicos no Estado de Mato Grosso, Brasil: uma análise de implementação. *Ciênc Saúde Coletiva*. setembro de 2016;21(9):2879–88.
14. World Health Organization. Universal health coverage (UHC) [Internet]. 2023 out [citado 12 de setembro de 2024]. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-\(uhc\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-(uhc))
15. Bexson C, Millett C, Santos LMP, De Sousa Soares R, De Oliveira FP, Hone T. Brazil's more doctors programme and infant health outcomes: a longitudinal analysis. *Hum Resour Health*. dezembro de 2021;19(1):97.

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

16. Thomas RL, Millett C, Sousa Soares RD, Hone T. More doctors, better health? A generalised synthetic control approach to estimating impacts of increasing doctors under Brazil's Mais Medicos programme. *Soc Sci Med.* outubro de 2024;358:117222.
17. Özçelik EA, Massuda A, McConnell M, Castro MC. Impact of Brazil's More Doctors Program on hospitalizations for primary care sensitive cardiovascular conditions. *SSM - Popul Health.* dezembro de 2020;12:100695.
18. Rose S. Intersections of machine learning and epidemiological methods for health services research. *Int J Epidemiol.* 23 de janeiro de 2021;49(6):1763–70.
19. Wang J, Qin Z, Hsu J, Zhou B. A fusion of machine learning algorithms and traditional statistical forecasting models for analyzing American healthcare expenditure. *Healthc Anal.* junho de 2024;5:100312.
20. Ministério da Saúde. Incorporação de Tecnologias no SUS – CONITEC -82. 2013; Disponível em: <http://conitec.gov.br/index.php/deciso-es-sobre-incorporacoes>
21. Ministério da Saúde - Secretaria de Ciência T e IE. Diretrizes metodológicas: diretriz de avaliação econômica. Ms; 2014. (ECOS: Economia da Saúde para Gestão do SUS).
22. CONITEC. Ministério da Saúde. O USO DE LIMIARES DE CUSTO-EFETIVIDADE NAS DECISÕES EM SAÚDE: RECOMENDAÇÕES DA COMISSÃO NACIONAL DE INCORPORAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO SUS [Internet]. 2022 [citado 12 de setembro de 2024]. Disponível em: [https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/pdf/2022/20221106\\_relatorio-uso-de-limiar-es-de-custo-efetividade-nas-deciso-es-em-saude.pdf](https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/pdf/2022/20221106_relatorio-uso-de-limiar-es-de-custo-efetividade-nas-deciso-es-em-saude.pdf)
23. Guide to economic evaluation in health promotion. Washington: OPS (Organizacion Panamericana de la Salud); 2007.
24. Yagudina RI, Kulikov AU, Serpik VG, Ugrehelidze DT. Concept of Combining Cost-Effectiveness Analysis and Budget Impact Analysis in Health Care Decision-Making. *Value Health Reg Issues.* setembro de 2017;13:61–6.



Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

25. Alqaissi EY, Alotaibi FS, Ramzan MS. Modern Machine-Learning Predictive Models for Diagnosing Infectious Diseases. Broadbridge P, organizador. Comput Math Methods Med. 9 de junho de 2022;2022:1–13.
26. Zhang Y, Walecki R, Winter JR, Bragman FJS, Lourenco S, Hart C, et al. Applying Artificial Intelligence Methods for the Estimation of Disease Incidence: The Utility of Language Models. Front Digit Health. 15 de dezembro de 2020;2:569261.