### Relatório de Otimização de Processo: Alocação Estratégica de Recursos para Rastreamento de Doenças Cardíacas

**Data:** 23 de Junho de 2025  
Alunos: Arthur e Pablo

#### 1. Descrição do Problema Abordado

O presente projeto visou aplicar técnicas de otimização prescritiva para resolver uma questão estratégica, utilizando um conjunto de dados sobre diagnósticos de doenças cardíacas. O desafio central foi transformar um problema de diagnóstico clínico em um modelo de **otimização de recursos**, alinhado aos objetivos da Atividade Prática 3.

O problema de negócio formulado foi o seguinte:

Uma instituição de saúde dispõe de um orçamento limitado para realizar um programa de prevenção e diagnóstico precoce de doenças cardíacas. Para maximizar o impacto de suas ações, a instituição precisa decidir como alocar eficientemente seus recursos. Em vez de testar a população de forma indiscriminada, o objetivo é focar os exames nos grupos de pacientes com maior probabilidade de apresentar a doença.

A questão estratégica a ser respondida pelo modelo é:

*Considerando um orçamento fixo, como devemos distribuir os exames entre diferentes perfis de pacientes (segmentos) para maximizar o número total de casos positivos detectados?*

#### 2. Modelo Utilizado

Para endereçar este problema de alocação de recursos, foi implementado um modelo de **Otimização Linear**. A ferramenta escolhida para a modelagem e solução foi a biblioteca **PuLP** em Python, que é ideal para resolver problemas desta natureza.

O modelo matemático foi estruturado com os seguintes componentes-chave:

* **Função Objetivo:** Maximizar o número total de casos de doença cardíaca detectados. Matematicamente, a função é a soma do produto entre a probabilidade de doença de cada segmento e o número de indivíduos examinados nesse mesmo segmento.Maximizari=1∑n​(probabilidade\_doencai​×num\_examinadosi​)
* **Variáveis de Decisão:** As variáveis que o modelo precisa definir são o número de pacientes a serem examinados em cada segmento (num\_examinados\_i). Os segmentos foram criados com base em características dos pacientes, como **sexo** e **tipo de dor no peito (cp)**.
* **Restrições (Constraints):** O modelo opera sob duas condições limitantes principais:
  1. **Restrição de Orçamento:** O custo total dos exames realizados não pode exceder o orçamento predefinido. Para esta simulação, foi assumido um custo hipotético e uniforme de **R$ 150,00 por exame**.
  2. **Restrição de População:** O número de pessoas examinadas em um segmento não pode ser maior que o número total de pessoas disponíveis nesse mesmo segmento, conforme o conjunto de dados históricos.

#### 3. Análise dos Resultados e Recomendações

A otimização foi executada considerando um orçamento hipotético de **R$ 2.000,00**. O modelo em PuLP analisou as probabilidades e os custos de cada segmento para encontrar a alocação ótima dos recursos.

**Cenário Otimizado: Orçamento de R$ 2.000,00**

|  |  |
| --- | --- |
| **Métrica Gerencial** | **Valor** |
| Orçamento Disponível | R$ 2.000,00 |
| Custo Total Estimado da Ação | **R$ 1.950,00** |
| Número Ideal de Pacientes a Examinar | **13** |
| **Número Esperado de Casos Detectados** | **13.0** |

**Alocação Recomendada dos Exames:**

O modelo recomendou a seguinte distribuição de exames para maximizar a detecção:

* **Segmento 'Feminino - Dor Não Anginosa':** Examinar **9 pessoas**.
* **Segmento 'Feminino - Assintomático':** Examinar **4 pessoas**.

**Recomendação Estratégica:**

A recomendação para a gestão da instituição de saúde é clara: para um orçamento de R$ 2.000,00, a estratégia mais custo-efetiva é **alocar 100% dos recursos para examinar 13 pacientes dos dois segmentos identificados**, que apresentam a maior probabilidade de diagnóstico positivo. O modelo sugere não alocar verba para os demais segmentos, pois representam um retorno sobre o investimento (diagnósticos por real gasto) inferior. Esta abordagem garante que o orçamento seja utilizado da forma mais eficiente possível, maximizando o impacto do programa de prevenção.

#### 4. Limitações do Modelo e Sugestões de Melhoria

É fundamental reconhecer as premissas e limitações do modelo para uma interpretação correta dos resultados:

* **Custos Hipotéticos:** O custo de R$ 150,00 por exame foi uma suposição para viabilizar o modelo. Na prática, os custos podem variar.
* **Dependência dos Dados Históricos:** A precisão do modelo está diretamente ligada à qualidade e à representatividade do dataset. Se a amostra de dados não refletir a população geral de pacientes, a recomendação pode ser subótima.
* **Segmentação Simplificada:** A segmentação foi baseada em apenas duas variáveis (sexo e tipo de dor). Embora eficaz, uma análise mais granular poderia gerar perfis de risco ainda mais precisos.

**Sugestões para Trabalhos Futuros:**

1. **Refinar a Estrutura de Custos:** Integrar uma tabela de custos reais por tipo de exame para tornar o modelo mais aderente à realidade financeira da instituição.
2. **Utilizar Modelos Preditivos:** Em vez de usar a probabilidade histórica, pode-se construir um modelo de Machine Learning (ex: Regressão Logística) para gerar um "score de risco" individual para cada paciente. Esse score, mais preciso que a probabilidade do segmento, poderia ser usado na função objetivo.
3. **Expandir e Atualizar a Base de Dados:** Trabalhar com um conjunto de dados maior e mais atualizado para aumentar a confiança nas probabilidades calculadas e garantir que o modelo continue relevante ao longo do tempo.