

INF-0615 – APRENDIZADO DE MÁQUINA SUPERVISIONADO I

### TRABALHO 2

PREDIÇÃO DE PRODUÇÃO DE ANTICORPOS PARA DESENVOLVIMENTO DE VACINAS

**DATA DE ENTREGA: 17/03/2024**

## 1 Descrição do Dataset

O Sistema Imunológico humano apresenta células específicas para produção de anticorpos os quais são utilizados no combate aos invasores do organismo (antígenos). Essa produção de anticorpos é baseada na leitura da cadeia proteica do antígeno, ou seja, se o invasor apresenta uma determinada sequência de átomos em sua molécula de proteína, ela pode ativar a produção de anticorpos. Reconhecer se uma dada parte da molécula do invasor irá estimular a produção de anticorpos é de grande valia para a produção de vacinas contra o invasor. Uma vez vacinado, o Sistema Imunológico já iniciaria previamente a produção de anticorpos aumentando sua capacidade de combate previamente à invasão do antígeno.

Neste trabalho, iremos disponibilizar uma base de dados com diversas informações sobre cadeias de proteínas para vocês predizerem se elas estimulam ou não a produção de anticorpos no organismo humano. Assim, o *target* é binário, sendo 0 para representar que a cadeia proteica não estimula a produção de anticorpos, e 1 indicando a produção de anticorpos. Os atributos disponibilizados são listados abaixo:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| – Start_Position      | – Isoelectric_Point                         |
| – End_Position        | – Aromaticity                               |
| – Chou_Fasman         | – Hydrophobicity                            |
| – Emini               | – Stability                                 |
| – Kolascar_Tongaonkar | – Antibody_Valence (target - classe que vo- |
| – Parker              | cês devem predizer)                         |

Todos são atributos contínuos mensurando características sobre uma determinada cadeia proteica.

Após vocês desenvolverem seus modelos, iremos disponibilizar duas bases de teste: uma contendo sequências proteicas para vocês avaliarem o modelo, e outra contendo todo sequenciamento proteico do vírus SARS, um vírus da mesma família do COVID-19<sup>1</sup>, identificado em 2003. Assim, vocês poderão mensurar a performance do modelo de vocês caso fosse usado na identificação de moléculas proteicas na produção de vacinas para o vírus SARS, propondo um possível caminho para a pesquisa de vacinas para o COVID-19.

## 2 Tarefas

Pedimos que vocês:

1. Inspeccionem os dados. Quantos exemplos vocês tem? Há exemplos com features sem anotações? Como vocês lidariam com isso?
2. Inspeccionem a frequência de cada classe. A base de dados está balanceada? Se não, como vocês lidarão com o desbalanceamento?
3. Apliquem alguma técnica de normalização de forma a deixar os dados mais bem preparados para o treinamento.
4. Como *baseline*, treinem uma regressão logística com todas as features para prever se haverá ou não a produção de anticorpos. Reportem a matriz de confusão relativa, o TPR, o TNR e a acurácia balanceada nas bases de treinamento, validação e teste (apenas arquivo *proteins\_test\_set.csv*).

<sup>1</sup>O vírus do COVID-19 é chamado SARS-CoV-2, enquanto que o sequenciamento disponibilizado neste trabalho é do vírus SARS

5. Implementem soluções alternativas baseadas em regressão logística através da combinação das features ou modelos polinomiais para melhorar o resultado do *baseline*. Comparem os modelos e tomem **apenas a melhor solução**, baseada na acurácia balanceada no conjunto de validação, e reportem a matriz de confusão relativa, TPR, TNR e acurácia balanceada no conjunto de teste (apenas arquivo *proteins\_test\_set.csv*).
6. Tomem um dos modelos do item anterior e variem o fator de regularização ( $\lambda$ ). Criem a curva viés/variância colocando os diferentes valores de  $\lambda$  no eixo das abscissas. Identifiquem as regiões de *underfitting*, ótima e *overfitting*, e então tomem o modelo com o melhor fator de regularização e reporte a matriz de confusão relativa, o TPR, o TNR e a acurácia balanceada no conjunto de teste (apenas arquivo *proteins\_test\_set.csv*). **Lembrem-se que a curva viés/variância é criada utilizando apenas os dados de treinamento e de validação!**
7. Escrevam um relatório de no máximo 5 páginas:
  - (a) Descrevam o que foi feito, bem como as diferenças entre o seu melhor modelo e o seu *baseline*;
  - (b) Após desenvolverem todos os modelos, tomem o melhor modelo de todos (melhor performance no conjunto de validação). Reportem a matriz de confusão relativa e acurácia balanceada nos conjuntos de teste *proteins\_test\_set.csv* e *SARS\_test\_set.csv*. Há uma diferença significativa entre eles? Se sim, qual explicação você daria para essa diferença?
  - (c) Uma Seção de conclusão do relatório explicando a diferença entre os modelos e o porquê que estas diferenças levaram a resultados piores ou melhores.

### 3 Arquivos

Os arquivos disponíveis no Moodle são:

- *proteins\_training\_set.csv*: conjunto de dados para treinamento;
- *proteins\_validation\_set.csv*: conjunto de dados para validação;
- *proteins\_test\_set.csv* e *SARS\_test\_set.csv*: **(serão disponibilizados na quinta-feira anterior ao prazo final da submissão)**: conjuntos de dados de teste retidos pelo professor;

### 4 Avaliação

O dataset foi previamente dividido em quatro conjuntos: treino, validação e teste, e um outro conjunto de teste adicional relacionado especificamente ao vírus SARS. Apenas os dois primeiros serão disponibilizados para que vocês implementem as suas soluções.

Na quinta-feira anterior ao prazo final de submissão, iremos disponibilizar no Moodle os conjuntos de teste e iremos avisá-los pelo canal da disciplina no Slack. No relatório, vocês devem reportar tudo que foi pedido na seção Tarefas.

A avaliação consistirá da análise do relatório e do código submetidos no Moodle. Iremos avaliar se as tarefas pedidas foram realizadas, como o treinamento e validação foram feitos, os resultados reportados e as conclusões tomadas.

#### Observações sobre a avaliação:

- O trabalho poderá ser feito em duplas ou em trios, podendo haver repetição dos membros dos grupos a cada trabalho;
- O código (arquivo .R) e o relatório (formato .pdf) deverão ser submetidos no Moodle por **apenas um integrante do grupo**;
- Não se esqueçam de listar os nomes dos integrantes do grupo no início do relatório e no código;
- As notas do trabalho serão divulgadas em até uma semana após o prazo da submissão;