



# Avaliação Automática de Redações no Modelo do ENEM por meio do *fine-tuning* do BERTimbau

JOSÉ LUCAS SILVA MAYER  
ORIENTADOR: DENIS DERATANI MAUÁ  
COORIENTADOR: IGOR CATANEO SILVEIRA

DEZEMBRO, 2023, TRABALHO DE FORMATURA  
SUPERVISIONADO (MAC0499)



# Introdução

A redação no ENEM e o panorama da avaliação automática.

# A Prova de Redação do ENEM

Tema com escopo bem definido, só revelado no dia

Correção manual por especialistas, o que exige tempo

Texto no gênero dissertativo-argumentativo, com proposta de intervenção na conclusão

▶ Avaliação baseada em cinco competências ([Brasil, 2023](#))



# A Prova de Redação do ENEM

## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

## Competência II

COMPREENDER A PROPOSTA DE REDAÇÃO E APLICAR CONCEITOS DAS VÁRIAS ÁREAS DE CONHECIMENTO PARA DESENVOLVER O TEMA, DENTRO DOS LIMITES ESTRUTURAIS DO TEXTO DISSERTATIVO-ARGUMENTATIVO EM PROSA.

## Competência III

SELECIONAR, RELACIONAR, ORGANIZAR E INTERPRETAR INFORMAÇÕES, FATOS, OPINIÕES E ARGUMENTOS EM DEFESA DE UM PONTO DE VISTA.

## Competência IV

DEMONSTRAR CONHECIMENTO DOS MECANISMOS LINGUÍSTICOS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO.



## Competência V

ELABORAR PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA O PROBLEMA ABORDADO, RESPEITANDO OS DIREITOS HUMANOS.



# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE  
ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **desconhecimento** da  
modalidade escrita formal da língua  
portuguesa.

0

# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **domínio precário** da modalidade escrita formal da língua portuguesa [...]

40

# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **domínio insuficiente** da modalidade escrita formal da língua portuguesa [...]



# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE  
ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **domínio mediano** da  
modalidade escrita formal da língua  
portuguesa [...]

120

# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE  
ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **bom domínio** da  
modalidade escrita formal da língua  
portuguesa [...]

160

# A Prova de Redação do ENEM



## Competência I

DEMONSTRAR DOMÍNIO DA MODALIDADE  
ESCRITA FORMAL DA LÍNGUA PORTUGUESA

Demonstra **excelente domínio** da  
modalidade escrita formal da língua  
portuguesa [...]

200

# Avaliação Automática de Redações

## Campo bem desenvolvido no exterior

Grandes volumes de dados permitem o uso de técnicas mais simples.

## Abordagem aplicável ao ENEM

Um dos gargalos no processo de correção é a avaliação das redações (Lesme, 2021).

## Trabalhos nacionais usam mecanismos manuais

Pesquisas relacionadas do Brasil usam principalmente extração de características.

# Conjuntos de Dados

## Essay BR

### Básica

(Marinho *et al.*, 2021)

- 4570 redações
- Textos e correções extraídos dos portais Vestibular UOL e Educação UOL

### Estendida

(Marinho *et al.*, 2022)

- 6579 redações
- Extensão da base anterior
- Adição de 1160 instâncias atualizadas, do Vestibular UOL
- Adição de 849 redações do trabalho de [Amorim e Veloso \(2018\)](#)

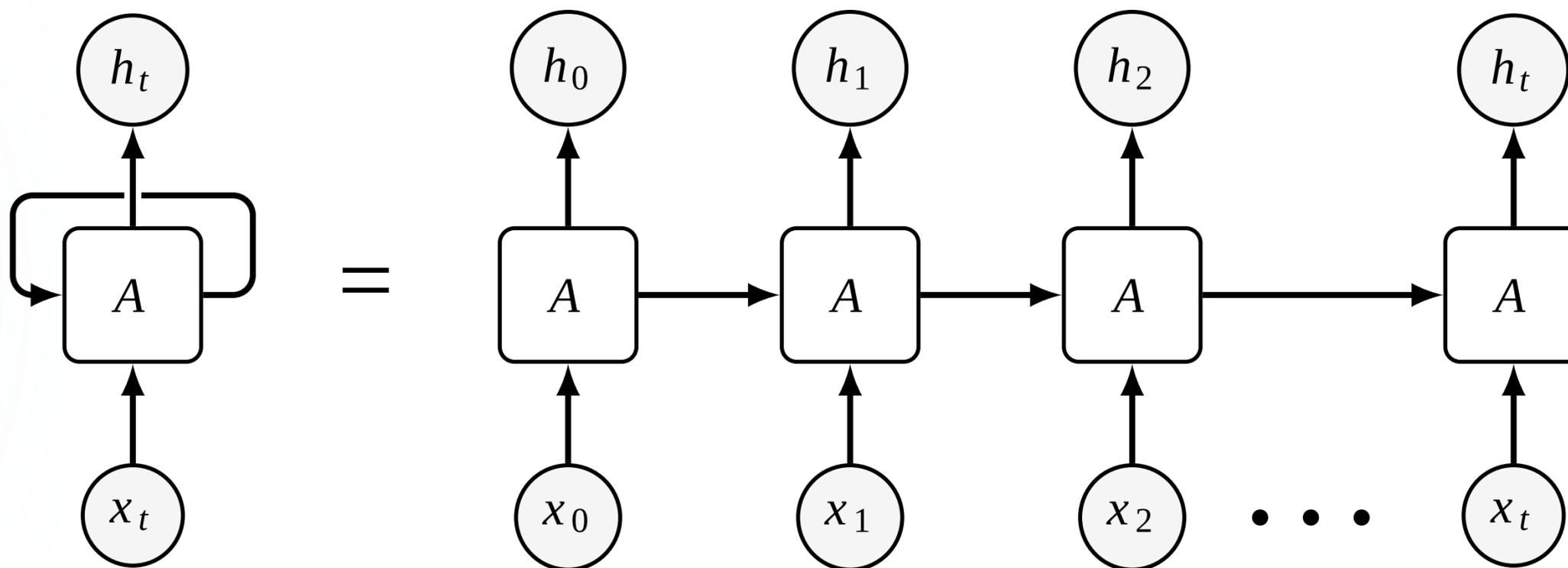




# Fundamentação Teórica

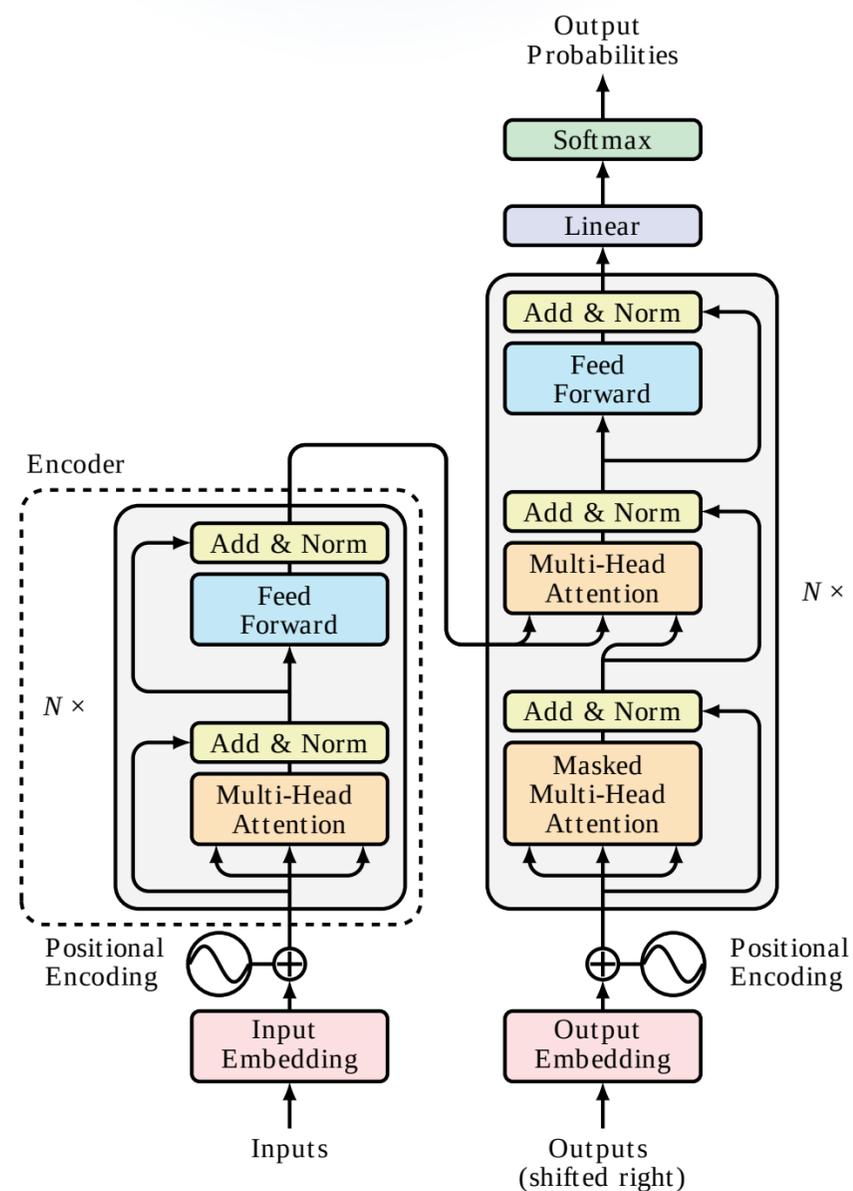
Modelos baseados em transformadores e a revolução no campo de processamento de linguagem natural

# Redes Neurais Recorrentes

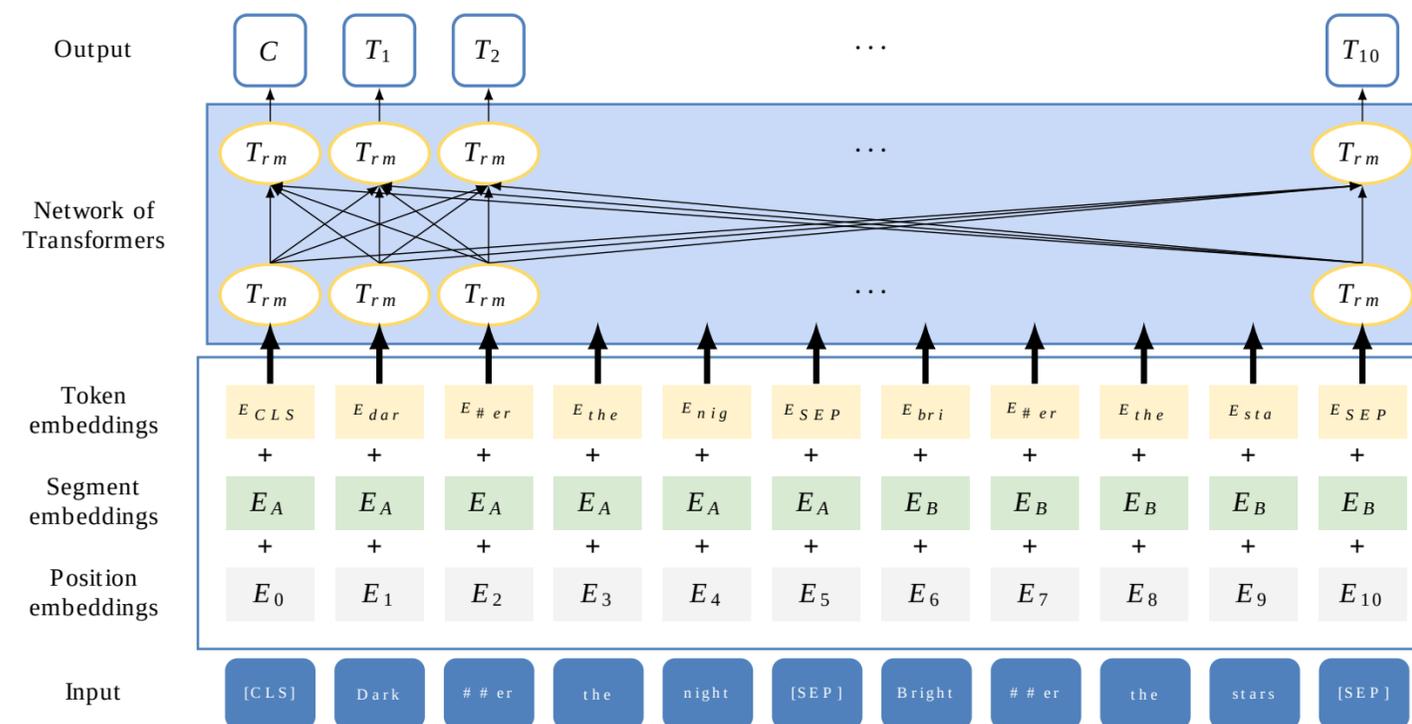


Extraído de Zhang *et al.* (2023)

# Transformers e Modelos



Extraído de Vaswani *et al.* (2017)



Inspirado em Devlin *et al.* (2018)

# BERT

Devlin *et al.* (2018)

vs.

# BERTimbau

Souza *et al.* (2020)

Pré-treinado em conjuntos de dados de **3,3 bilhões** de palavras, com artigos em inglês do **Wikipedia** e do **BookCorpus**

Pré-treinado utilizando o **brWaC**, um conjunto de textos em português extraídos de páginas web, com **2,7 bilhões** de *tokens*.



# Metodologia

Condução do treinamento de redes especialistas para avaliar redações automaticamente



# Treinamento

## Uma rede por competência

- Sistemas treinados independentemente de acordo com as notas de competências
- Mesma arquitetura para os cinco diferentes modelos.

## Duas bases de dados, com *splits*

- Uso das versões básica e estendida da Essay BR em treino
- Cada base é subdividida em seções de treino, validação e teste.

## Com e sem *hypertuning*

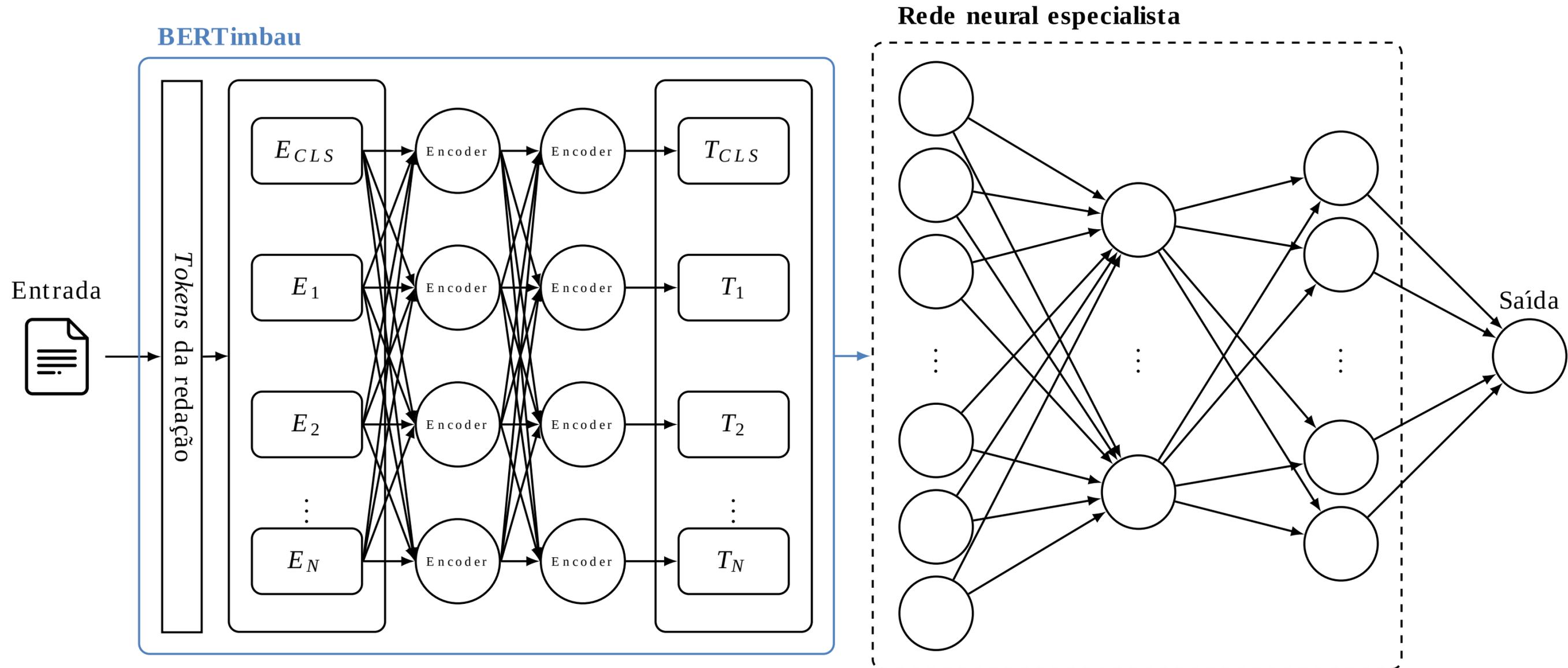
- O treino considerou hiperparâmetros fixos e dinâmicos.
- Visava testar o impacto de mudanças de projeto do modelo.



# Treinamento

	<i>Hypertuning</i>	<i>Fixo</i>	
<i>Batch size</i>	{2, 3 e 4}	4	5 épocas de busca
<i>Learning Rate</i>	{2e-3, 2e-5}	2e-5	
Função de ativação da camada 1	{SeLU, Sigmoides}	SeLU	
Função de ativação da camada 2	{SeLU, Sigmoides}	Sigmoides	50 épocas de treino
Função de ativação da camada 3	{SeLU, Sigmoides}	SeLU	

# Arquitetura





# Resultados

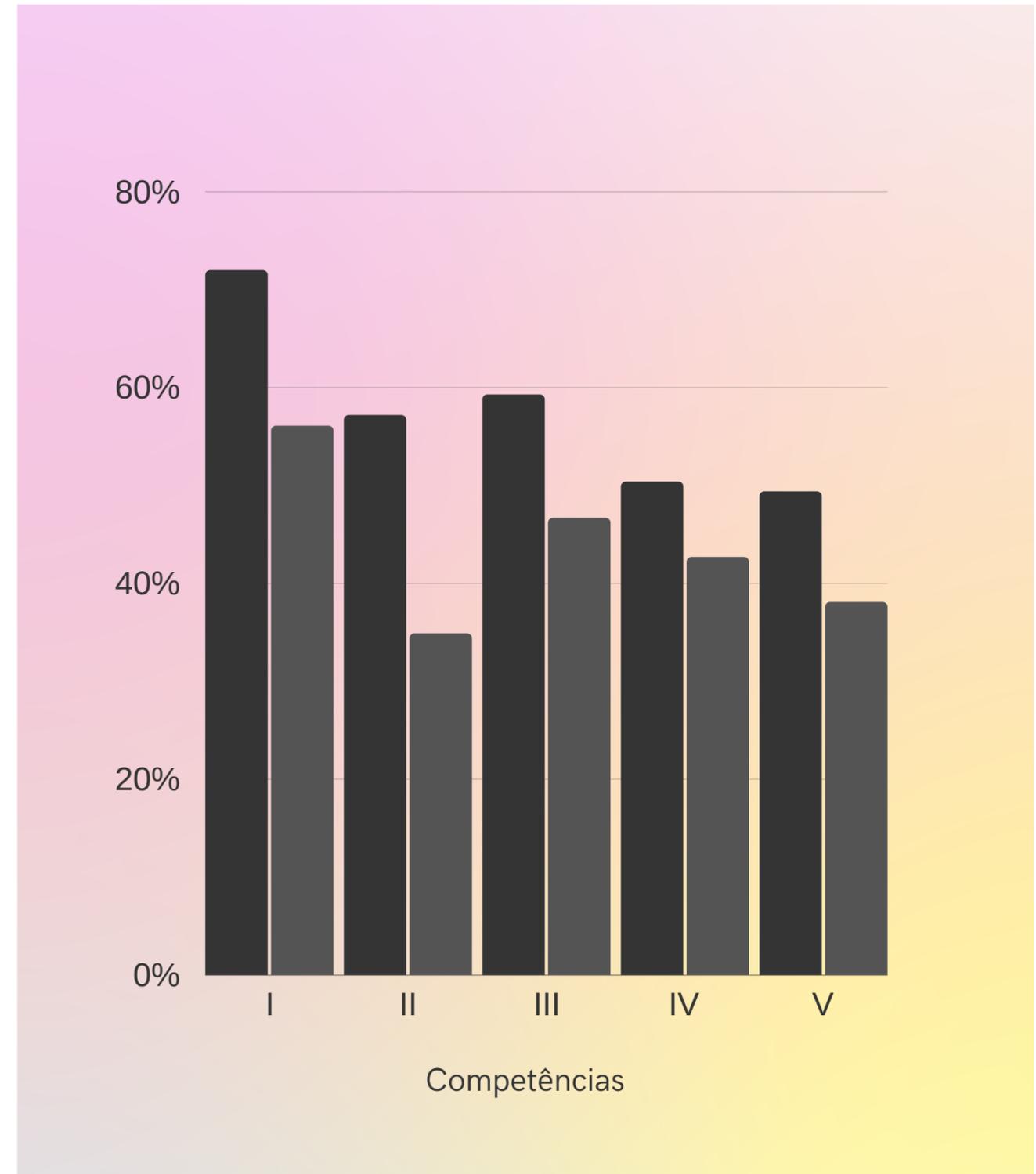
Avaliações do desempenho dos modelos



# Desempenho do *Hypertuning*

## Representação dos dados

O gráfico mostra a proporção de correspondência exata entre os valores inferidos pela rede e os valores reais para cada competência, na abordagem da Essay BR simples. As barras mais escuras representam a métrica para os hiperparâmetros fixos, já as mais claras representam a métrica para os hiperparâmetros otimizados.







# Referências

[Brasil (2023)]. Brasil. "A Redação do Enem 2023: cartilha do participante". Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

[Lesme (2021)]. Lesme, Adriano. "Enem 2021: corretores podem corrigir até 200 redações por dia". Brasil Escola (1 de dez. de 2021). URL: <https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/enem-2021-corretores-podem-corriger-ate-200-redacoes-por-dia/351641.html>.

[Marinho *et al.* (2021)]. Marinho, Jeziel *et al.* "Essay- br: a brazilian corpus of essays". Anais do III Dataset Showcase Workshop (2021), pp. 53-64. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/dsw/article/view/17414>.

[Marinho *et al.* (2022)]. Marinho, Jeziel *et al.* "Essay- br: a brazilian corpus to automatic essay scoring task". Journal of Information and Data Management 13.1 (2022), pp. 65-76. URL: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/jidm/article/view/2340>.

[Vaswani *et al.* (2017)]. Vaswani, Ashish *et al.* "Attention is all you need". CoRR abs/1706.03762 (2017). arXiv: 1706.03762. URL: <http://arxiv.org/abs/1706.03762>.

[Devlin *et al.* (2018)]. Devlin, Jacob *et al.* "BERT: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding". CoRR abs/1810.04805 (2018). arXiv: 1810.04805. URL: <http://arxiv.org/abs/1810.04805>

[Souza *et al.* (2020)]. Souza, Fábio *et al.* "BERTimbau: pretrained bert models for brazilian portuguese". In: Intelligent Systems: 9th Brazilian Conference, BRACIS 2020, Rio Grande, Brazil, October 20-23, 2020, Proceedings, Part I. Rio Grande, Brazil: Springer-Verlag, 2020, pp. 403-417.

[Zhang *et al.* (2023)]. Zhang, Aston *et al.* Dive into Deep Learning. Cambridge University Press, 2023. URL: <https://d2l.ai>