

Autores: Rafael Z. Palierini, Andy S. Barbosa, Rubens R. Mendes, Vitor A.  
Rosa

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Silva Rodrigues

**Resultados: Predição e Prevenção de Risco de Queda com  
Base na Combinação de Informações Clínicas, Não  
Clínicas e Visuais e Utilização de Diálogos Médico**

São Bernardo do Campo - SP

Julho de 2021

# 1 Resultados Preliminares

Durante o levantamento bibliográfico e elaboração da metodologia, foram encontradas três bases de dados públicas e coletados alguns dados visuais para gerar alguns resultados preliminares. As próximas seções apresentam os resultados obtidos até o presente momento.

## 1.1 Estimativa das informações clínicas e não clínicas

O módulo de avaliação do risco de queda clínico e não clínico foi testado com três algoritmos de aprendizado de máquina, sendo eles: SVM, XGBoost e MLP. Os algoritmos foram testados sem ( $T_1$ ) e com ( $T_2$ ) otimização de hiper-parâmetros para classificar o risco de queda do paciente em duas bases de dados, sendo elas: Base de dados de diabetes (clínica **DB<sub>1</sub>**) [Suzuki, 2021] e base de dados de idosos (não clínica **DB<sub>2</sub>**) [Shankar et al., 2017]. Até o presente momento, as métricas avaliadas foram a acurácia e área abaixo da curva (AUC). A Tabela 1 apresenta os hiper-parâmetros testados até o presente momento e a Tabela 2 os resultados obtidos.

Tabela 1 – Resultados preliminares para avaliação do risco de queda clínico e não clínico

Algoritmos	Hiper-parâmetros	Valores Iniciais (Sem Otimização)	Valores Iniciais (Com Otimização)	Valores Otimizados
SVM	C	1	[0.1, 1000]	56.9
	Gamma	$\frac{1}{N_{Features} \cdot VAR_{Train}}$	[0.001, 100]	0.001
	Kernel	RBF	RBF, Sigmoid, Poly	Poly
MLP	Hidden Layer Size	100	(50,50,50), (50,100,50), (100, ), (20,20,20), (50), (64,64,64,64)	(64,64,64,64)
	Activation	Relu	Relu, Tanh	Relu
	Solver	Adam	Adam, SGD	Adam
	Alpha	0.0001	[0.0001, 0.05]	0.0001
	Learning Rate	Constante	Constante, Adaptativo	Constante
XGBoost	Max Depth	3	-	-
	Learning Rate	0.1	-	-
	Subsample	1	-	-
	Colsample by Tree	1	-	-
	Colsample by Level	1	-	-
	$n$ Estimators	100	-	-
	Gamma	0	-	-
	Min Child Weight	1	-	-

Tabela 2 – Resultados dos Testes  $T_1$  e  $T_2$

	SVM (%)		MLP (%)		XGBoost (%)	
Metrics	ACC	AUC	ACC	AUC	ACC	AUC
$T_1$ , <b>DB<sub>1</sub></b>	80.91	62.63	78.06	60.34	80.43	63.74
$T_1$ , <b>DB<sub>2</sub></b>	83.07	62.84	82.86	51.34	85.65	50.25
$T_2$ , <b>DB<sub>1</sub></b>	79.26	66.00	79.71	62.26	82.60	66.84
$T_2$ , <b>DB<sub>2</sub></b>	85.89	75.46	90.77	70.31	85.86	62.43

Também foi realizado um teste para quantificar a correlação de cada atributo da base de dados **DB<sub>1</sub>** [Suzuki, 2021] com a queda através da Correlação de Pearson e Correlação de Spearman. A Tabela 3 apresenta os resultados das correlações.

Tabela 3 – Correlação Pearson e Spearman de Atributos com a Queda

Pearson Correlation	
Feature	Correlation
Knee extension strength	-0.295
Fasting serum C-peptide	0.221
Grip strength	-0.216
Toe pinch force	-0.212
Creatinine	0.202

Spearman Correlation	
Feature	Correlation
Knee extension strength	-0.312
Grip strength	-0.241
Toe pinch force	-0.216
Dorsiflexion strength	-0.203
Retinopathy	0.182

## 1.2 Estimativa das informações visuais

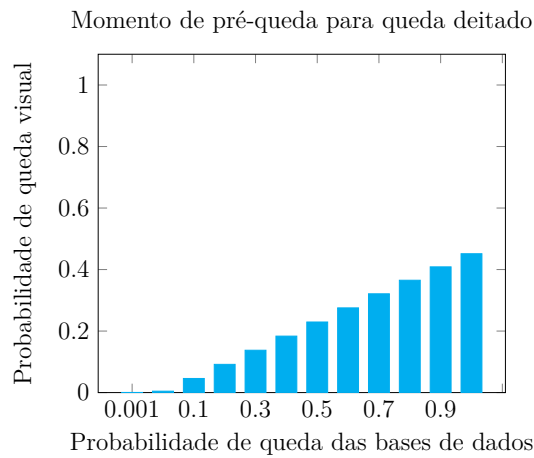
Para os resultados visuais, foram coletadas 40 gravações de queda em resolução de 1280 por 720 pixel a uma taxa de quadros de 30 quadros por segundo. As gravações foram separadas em cinco categorias, onde cada categoria foi segmentada em intervalos que definem momento de pré-queda, queda e pós-queda. A Tabela 4 apresenta as respectivas categorias com seus respectivos intervalos.

Tabela 4 – Categorias e intervalos de queda

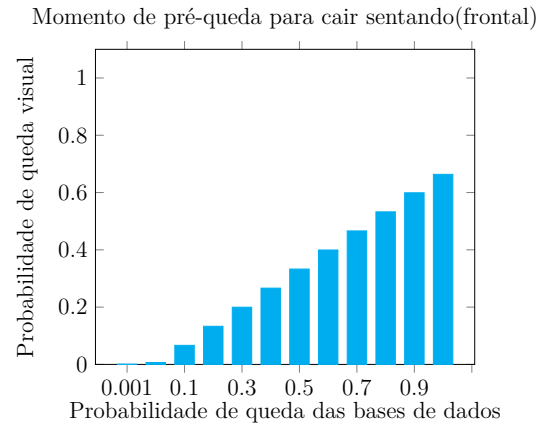
Categoria	Intervalos		
	Pré-queda	Queda	Pós-queda
Caindo deitado	[0, 88[	[88, 108]	]108, 173]
Caindo sentado(ângulo frontal)	[0, 88[	[88, 108]	]108, 160]
Caindo de pé	[0, 63[	[63, 93]	]93, 167]
Caindo sentado(ângulo lateral)	[0, 93[	[93, 113]	]113, 179]
Caindo ao tropeçar	[0, 104[	[104, 134]	]134, 180]

Para cada categoria foi medido a probabilidade média do momento de pré-queda através da Equação ??, utilizando  $d_{\text{Max}} = 5$  e probabilidade  $P(F|C)$  variando entre os intervalos de  $[0.1, 1.0]$ . Os algoritmos utilizados para estimativa de pose foram o OpenPifPaf e o BlazePose, responsáveis por capturar as articulações. As figuras 1 e 2 mostram o comportamento de cada algoritmo com os graus de liberdade de movimentação  $P(F|C)$  para cada categoria da Tabela 4.

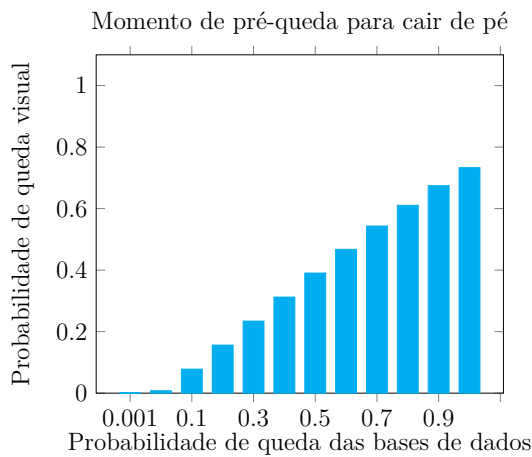
Figura 1 – Resultados visuais com BlazePose



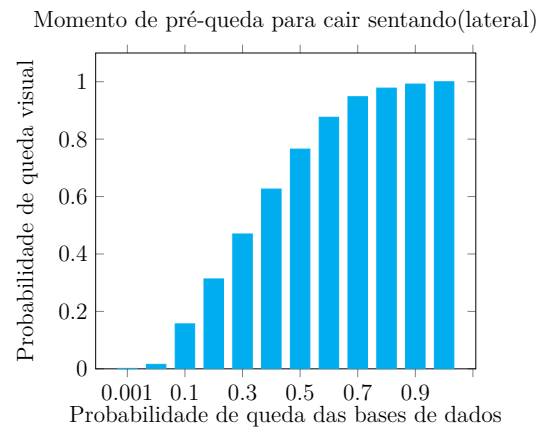
(a) Gráfico de pré-queda para queda deitado



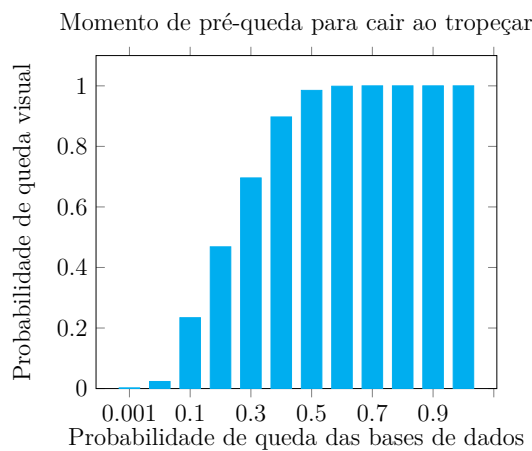
(b) Gráfico de pré-queda para cair sentado(frontal)



(c) Gráfico pré-queda para cair de pé



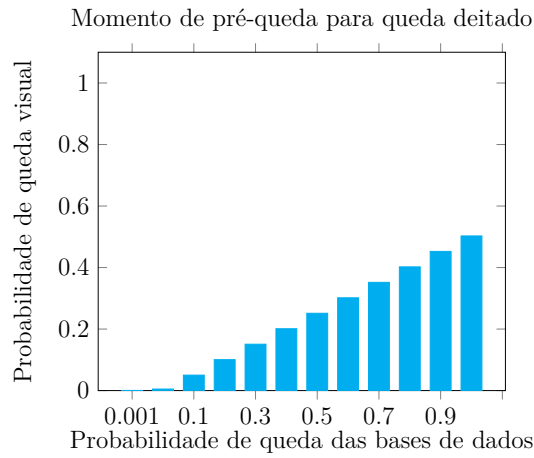
(d) Gráfico de pré-queda para cair sentado(lateral)



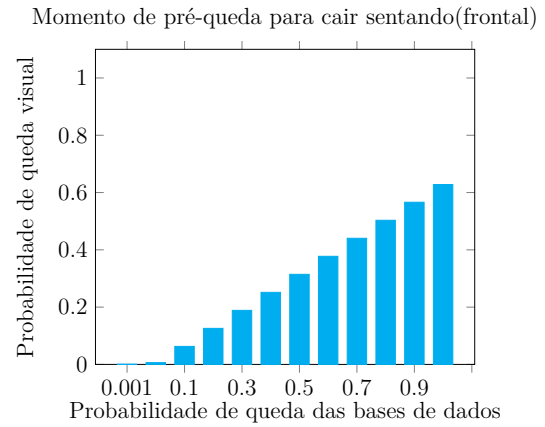
(e) Gráfico de pré-queda para cair ao tropeçar

Fonte: Autor

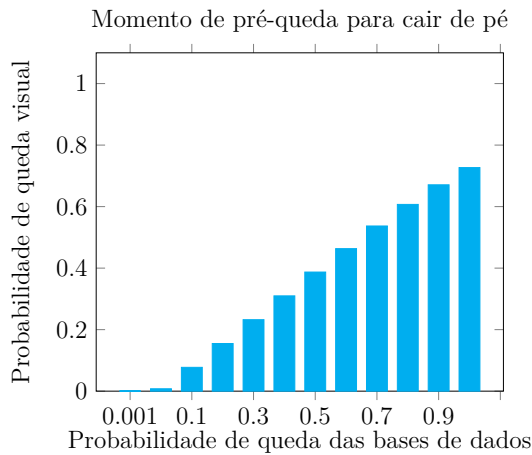
Figura 2 – Resultados visuais com OpenPifPaf



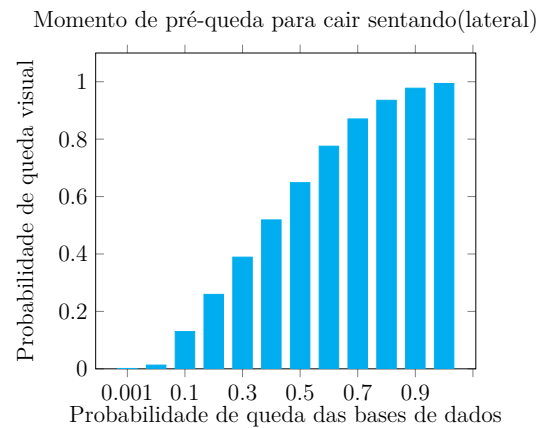
(a) Gráfico de pré-queda para queda deitado



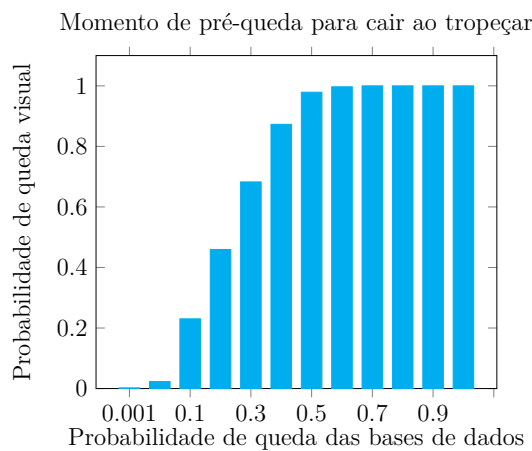
(b) Gráfico de pré-queda para cair sentado(frontal)



(c) Gráfico pré-queda para cair de pé



(d) Gráfico de pré-queda para cair sentado(lateral)



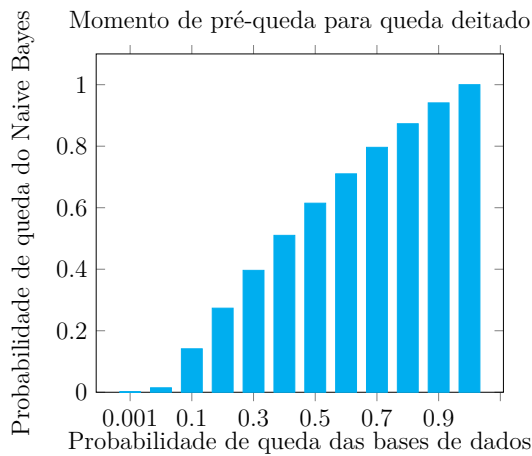
(e) Gráfico de pré-queda para cair ao tropeçar

Fonte: Autor

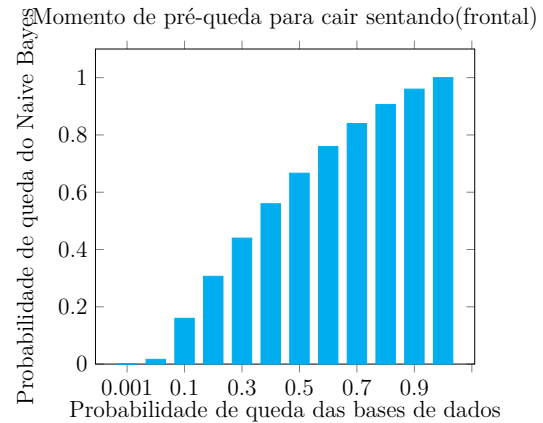
### 1.3 Combinação das estimativas de queda

A combinação das estimativas de queda foi realizada através da Equação ?? com as probabilidades  $P(F|V)$  e  $P(F|C)$  obtidas nas etapas anteriores. Para avaliar a combinação das equações, foram realizados os mesmos experimentos da Seção 1.2. Contudo, neste experimento a comparação é feita em relação à  $P(F|C, V)$ , dado o mesmo intervalo de variação de  $P(F|C)$  da Seção 1.2. As figuras 1 e 2 mostram o comportamento de cada algoritmo com os graus de liberdade de movimentação para cada categoria da Tabela 4.

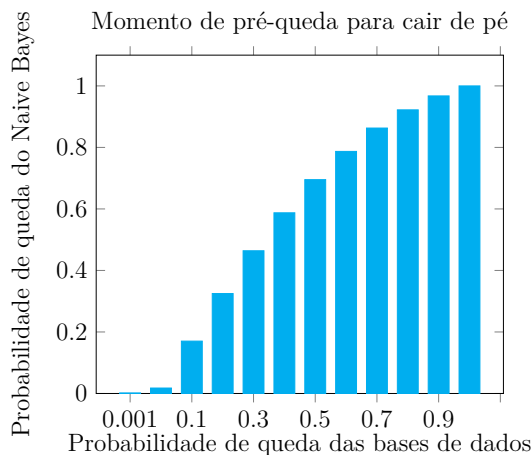
Figura 3 – Resultados com Naive Bayes aplicado sobre as médias com BlazePose



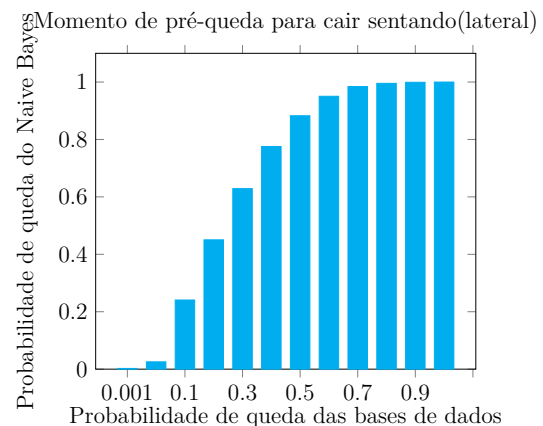
(a) Gráfico de pré-queda para queda deitado



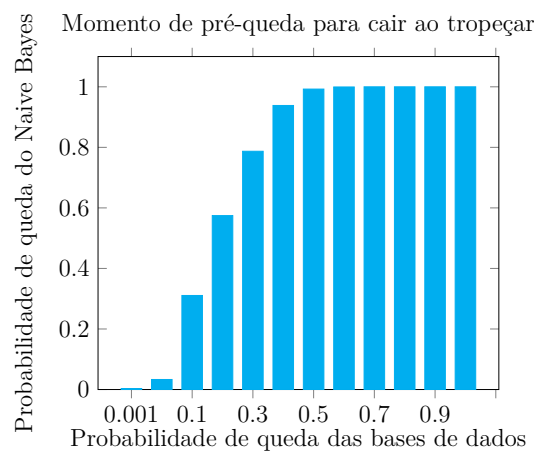
(b) Gráfico de pré-queda para cair sentando(frontal)



(c) Gráfico pré-queda para cair de pé



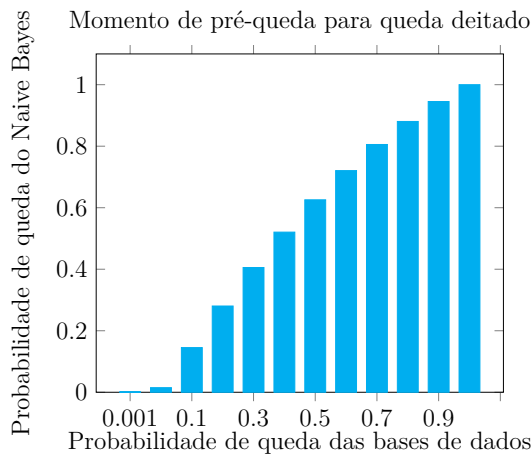
(d) Gráfico de pré-queda para cair sentando(lateral)



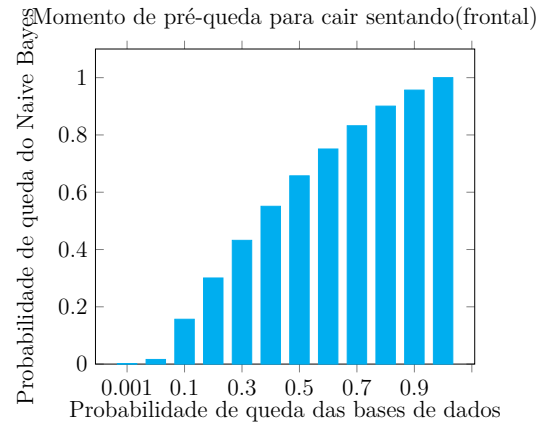
(e) Gráfico de pré-queda para cair ao tropeçar

Fonte: Autor

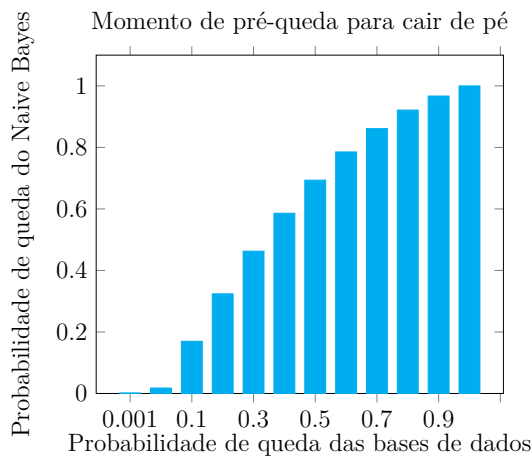
Figura 4 – Resultados com Naive Bayes aplicado sobre as médias com OpenPifPaf



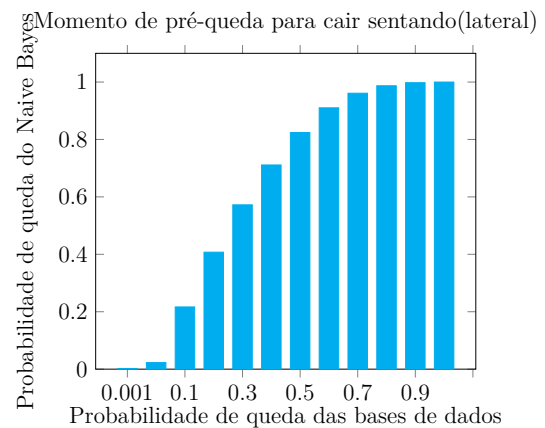
(a) Gráfico de pré-queda para queda deitado



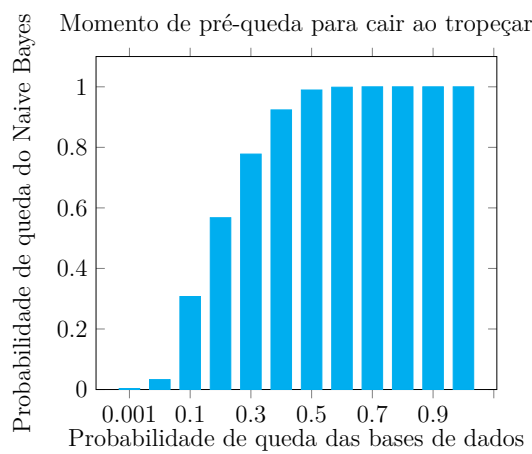
(b) Gráfico de pré-queda para cair sentando(frontal)



(c) Gráfico pré-queda para cair de pé



(d) Gráfico de pré-queda para cair sentando(lateral)



(e) Gráfico de pré-queda para cair ao tropeçar

Fonte: Autor



## 1.4 Processamento de Linguagem natural hospitalar

Foram executados dois experimentos com a base de diálogos médico pública chamada de MedDialog [Zeng et al., 2020], sendo esta a principal fonte de conhecimento médico para o treinamento do modelo de linguagem.

O primeiro experimento, tem por objetivo avaliar a capacidade de aprendizado do agente com a base de diálogos médico MedDialog [Zeng et al., 2020] através das métricas de perplexidade, BLEU-2, BLEU-4, METOR e NIST. A perplexidade que indica o quão confiante um modelo de linguagem está sobre sua resposta, sendo uma perplexidade igual à 1 o menor valor possível. Portanto, foram inseridas redundâncias sobre as respostas da base para gerar uma base artificial, proporcional à 27% (69.370 pares) do tamanho da base original, enviesada com o objetivo de validar se o modelo estava aprendendo a responder com base no conteúdo fornecido. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos no primeiro experimento.

Tabela 5 – Resultados dos experimentos comportamentais para cada proporção. A proporção é apresentada ao lado do experimento.

Experimento (Proporção)	Nº médio de palavras em uma resposta	Métricas				
		Perplexidade	BLEU-2	BLEU-4	METEOR	NIST
<b>1</b> (1%)	51	1.2539	0.1352	0.0712	0.3346	1.0997
<b>2</b> (2%)	54	<b>1.1380</b>	0.0694	0.0351	0.1747	0.9033
<b>3</b> (4%)	52	1.4677	0.0876	0.0415	0.1796	0.7681
<b>4</b> (8%)	55	4.0455	0.0601	0.0276	0.1558	0.6690
<b>5</b> (16%)	56	8.0905	0.0264	0.0079	0.1049	0.4371
<b>6</b> (32%)	51	12.3322	0.031	0.0028	0.1171	0.4147
<b>7</b> (64%)	52	15.8395	0.0338	0.0035	0.1194	0.4706
<b>8</b> (100%)	49	14.3738	0.0441	0.0111	0.1354	0.4641

Fonte: Autor

O segundo experimento, realiza o mesmo experimento, porém, com a utilização do tamanho completo da MedDialog. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos no segundo experimento.

Com o modelo de linguagem treinado, utilizando 100% da MedDialog, dois conjuntos de cinco perguntas foram elaborados para verificar como o modelo estava respondendo. O primeiro conjunto possui perguntas de contexto genéricas de contexto médico, como demonstra a Tabela 7. Por sua vez, o segundo conjunto é formado por perguntas específicas do contexto de risco de queda, como demonstra a Tabela 8. Os resultados obtidos podem ser observados nas tabelas 9 e 10.

Tabela 6 – Resultados dos experimentos completos para cada proporção. A proporção é apresentada ao lado do experimento.

Experimento (Proporção)	Nº médio de palavras em uma resposta	Métricas				
		Perplexidade	BLEU-2	BLEU-4	METEOR	NIST
<b>7</b> (64%)	50	11.2062	0.0324	0.0051	0.1180	0.4484
<b>8</b> (100%)	49	12.011	0.0362	0.008	0.1243	0.4291

Fonte: Autor

Tabela 7 – Perguntas fixas que serão avaliadas na geração de texto

Perguntas genéricas	
<b>Pergunta 01(Traduzida)</b>	Eu estou me sentindo doente e com febre. O que eu devo fazer?
<b>Pergunta 02(Traduzida)</b>	Eu tive um resfriado duas semanas atrás e ainda tenho congestão nasal e tosse. O que eu posso fazer para cessar esses sintomas?
<b>Pergunta 03(Traduzida)</b>	Meus olhos estão doendo ultimamente. Poderia ser glaucoma?
<b>Pergunta 04(Traduzida)</b>	Eu estive vomitando bastante e me sentindo muito faminta. Eu deveria fazer um teste de gravidez?
<b>Pergunta 05(Traduzida)</b>	Todo dia quando eu acordo eu me sinto tonto por uma hora aproximadamente. O que pode ser?

Fonte: Autor

Tabela 8 – Perguntas fixas que serão avaliadas na geração de texto, contemplando o contexto de quedas

<b>Perguntas relacionadas a queda</b>	
<b>Pergunta 01(Traduzida)</b>	Eu estive me sentindo tonto pelas últimas três horas. Isso poderia levar para o aumento do meu risco de queda?
<b>Pergunta 02(Traduzida)</b>	Eu gostaria de ir ao banheiro, mas estou com medo de cair. O que eu devo fazer?
<b>Pergunta 03(Traduzida)</b>	Acabei de tomar meus remédios e estou me sentindo com sono. Tem algum problema se eu tomar um banho agora?
<b>Pergunta 04(Traduzida)</b>	Estou me sentindo fraco após uma cirurgia recente. Eu devo chamar alguém para me ajudar a caminhar no parque para prevenir uma queda?
<b>Pergunta 05(Traduzida)</b>	Eu tenho tido tremores recentemente e gostaria de caminhar para me exercitar. Você acha que é uma boa ideia?

Fonte: Autor

Tabela 9 – Respostas geradas para as perguntas genéricas pelo modelo bert nos experimentos completos

Experimento (proporção)	7 (64%)	8 (100%)
<b>Perguntas genéricas</b>		
<b>Q1</b>	hello, welcome to hcm, the history and symptoms suggests me that you may be having viral fever. you need to take proper course of antibiotics like cefixime along with anti - inflammatory drug like diclofenac twice daily. you may also require one course of antibiotic like amoxici	hi, thanks for using healthcare magicthe fever could be due to viral fever. you can take paracetamol or ibuprofen for fever. if symptoms persist, you can consult a physician and get evaluated. you may need to undergo a complete blood count, urine re / me, urine culture and sensitivity
<b>Q2</b>	hello, welcome to hcm, the history and symptoms suggests me that you may be having allergic rhinitis which is inflammation of the nasal passages. as you are having these symptoms i would suggest you to take montelukast one at night for 5 days. you can take cetirizine one at	hello, welcome to hcm, as you are having upper respiratory tract infection ( urti ), it is a viral infection. it is self limiting and it will settle by itself. you can take antihistamines like cetirizine for symptomatic relief. if symptoms persist better to consult a
<b>Q3</b>	hi, welcome to healthcaremagic.com i have gone through your query with diligence and would like you to know that i am here to help you. this can be due to : 1. diabetes mellitus2.	hi, thanks for writing in. it is possible that you have a glaucoma. this can be caused by a variety of causes. the most common is a migraine. the other possible cause is an eye infection. the second possibility is a glomerulonephritis. this is caused
<b>Q4</b>	hellothanks for query. based on the facts that you have posted i would state that you are facing problem of erectile dysfunction. you need to take broad spectrum antidepressant like doxycycline along with anti inflammatory drug like diclofenac twice daily. along with that you need	hi, i think you should go for a urine pregnancy test. if negative, you can take a pregnancy test at home. hope i have answered your query. let me know if i can assist you further. regards, dr. shinas hussain, general & family physician
<b>Q5</b>	hi, thank you for posting your query. i have noted your symptoms. the most common cause of dizziness is vertigo ( vertigo ). it is caused by a variety of causes. most common are : 1. vertigo, which is a condition characterized by dizziness, dizziness and dizziness. 2.	hi, thanks for using healthcare magicit is possible that you may be having an inner ear disorder. this is a condition that can occur due to a number of causes. the most common is an infection in the inner ear. the other possible cause could be an infection of the vestibular apparatus ( vestibulo

Fonte: Autor

Tabela 10 – Respostas geradas para as perguntas relacionadas a queda pelo modelo bert nos experimentos completos

Experi- mento (proporção)	7 (64%)	8 (100%)
<b>Perguntas relacionadas a queda</b>		
<b>Q1</b>	hi, thank you for posting your query. i have noted your symptoms. it is unfortunate that you are having dizziness, fainting, dizziness and dizziness. you should consult a neurologist for diagnosis and treatment. you may need to undergo mri brain and eeg to confirm the diagnosis. hope	hi, thanks for using healthcare magi- cit is possible that the dizziness could be related to the fall. it would be better if you could upload an image of the affected area so that i can guide you better. hope i have answered your query. let me know if i can assist you further. regards
<b>Q2</b>	hello, i have studied your case. due to compression of this nerve root there is pain in your back. i will advise you to do mri spinefor these symptoms analgesic and neurotropic medication can be started. till time, avoid lifting weights, sit with support to back. you can consult	hi, thanks for using healthcare magi- cit is possible that you may be having a fall or a fall. you may need an x - ray to see if there is any fracture. you can also try using a hot water fermentation. you should also try to avoid lifting weights. you also need to take a
<b>Q3</b>	hello, welcome to hcm, the history and symptoms suggests me that you may be having fungal infection. the fungus are the normal comensals of the genitals which will be kept under control by the helpful organisms whenever there is a change in the environment. whenever the fungus grows, the fungus will grow	hi, thanks for using healthcare magi- cit is possible that you may be having a side effect of the drug. you may also need to be evaluated by a doctor to rule out other possible causes. you can also consider taking an anti - depressant to relieve the symptoms. you should also consider using a combination of
<b>Q4</b>	hello, i have studied your case. due to compression of this nerve root there can be pain in your leg. i will advise you to do mri spinefor these symptoms analgesic and neurotropic medication can be started. till time, avoid lifting weights, sit with support to back. you can	hi, thank you for posting your query. i have noted your symptoms and symptoms. it is important to know if you have any other symptoms like nausea, vomiting, dizziness, or any other associated symptoms. if not, it is better to consult a neurologist and get evaluated. hope i have answered your
<b>Q5</b>	hello, i have studied your case. due to compression of this nerve root there is tingling numbness in your leg and pain associated with it. i will advise you to do mri spinefor these symptoms analgesic and neurotropic medication can be started. till time, avoid lifting weights, sit with	hi, thank you for posting your query. it is unfortunate that you have tremors and tremors in your hands. tremors can occur due to various reasons like anxiety, panic attacks, panic disorder, etc. it can also occur in parkinson's disease. you should consult a neurologist and get evaluated

Fonte: Autor

## Referências

- [Shankar et al., 2017] Shankar, K. N., Treadway, N. J., Taylor, A. A., Breaud, A. H., Peterson, E. W., and Howland, J. (2017). Older adult falls prevention behaviors 60 days post-discharge from an urban emergency department after treatment for a fall. *Injury Epidemiology*, 4(1). [2](#)
- [Suzuki, 2021] Suzuki, Y. (2021). Exploratory analysis using machine learning of predictive factors for falls in persons with type 2 diabetes: A longitudinal study. [2](#)
- [Zeng et al., 2020] Zeng, G., Yang, W., Ju, Z., Yang, Y., Wang, S., Zhang, R., Zhou, M., Zeng, J., Dong, X., Zhang, R., and et al. (2020). Meddialog: Large-scale medical dialogue datasets. *Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*. [9](#)