



MODELAGEM MATEMÁTICA DO TRÁFEGO DE REDE NO PERÍODO PANDÊMICO DA COVID-19 NO BRASIL¹

Henrique Pimentel², Lorenza Aurelio da Silveira², Luana Giseli Bobrzyk², Natália Krein², Airam Teresa Z. R. Sausen³, Éder Paulo Pereira⁴

¹ Trabalho da disciplina de Modelagem Matemática I da Unijuí.

² Aluno do curso de graduação em Engenharia de Software da Unijuí.

³ Professora, Doutora e Pesquisadora na Unijuí.

⁴ Professor e Mestre na Unijuí.

INTRODUÇÃO

Com o surgimento da pandemia medidas emergenciais tiveram que ser tomadas, uma delas sendo o distanciamento social da população. Esse distanciamento alterou a forma como as pessoas vivem, afetando a demanda de recursos computacionais, como o tráfego de rede (MENEZES, 2021).

As chamadas de voz e vídeo no WhatsApp e no Facebook Messenger tiveram um aumento de mais de 100%. No cenário brasileiro, o IX.br registrou um aumento de 25% no tráfego no primeiro trimestre de 2020 (BRAGA, 2021).

Esse artigo tem como objetivo realizar a modelagem matemática do tráfego de rede no Brasil, no período de 2016 até 2021, englobando o período pandêmico de março de 2020 a dezembro de 2021. Além disso, fez-se um estudo de uma projeção do tráfego de rede, em um cenário em que a pandemia não teria ocorrido, também desconsiderando as possíveis mudanças de consumo de rede, com o objetivo de ver o quanto o consumo de dados aumentou no período da pandemia.

METODOLOGIA

A presente pesquisa possui natureza qualitativa e quantitativa, tendo como fontes de pesquisa: sites, páginas especializadas em tráfego de redes, artigos científicos e periódicos.

Os dados coletados são a nível de Brasil, a partir do website IX.br, através de um gráfico, compreendendo o número do consumo de dados em terabits por segundo (Tbps), no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2021, ou seja, referente aos anos anteriores ao início de contágio da COVID-19 no Brasil até o período de controle da pandemia. Depois de coletados, os pontos do gráfico foram coletados através do software WebPlotDigitizer.

A análise do comportamento dos dados é realizada através do Google Planilhas, onde é possível identificar a melhor representação matemática que pode ser utilizada como modelo para descrever os dados que, nesse caso, são as regressões polinomiais.

Identificada essa representação, foi obtido, utilizando o Google Planilhas, um modelo matemático que descreve o consumo de dados no Brasil, esse modelo sendo uma regressão polinomial de grau 2. Por fim, o coeficiente de correlação (R^2) do modelo, que quantifica o ajuste do modelo aos dados reais, é apresentado.

Para a projeção matemática, foram utilizados os mesmos dados iniciais e, em seguida, realizado o método FORECAST do Google Planilhas, o qual calcula e prevê um valor futuro usando valores existentes, neste caso, os dados reais de janeiro de 2016 a março de 2020, e assim, obtendo um modelo matemático: uma regressão polinomial de grau 2 e, consequentemente, o coeficiente de correlação (R^2) do modelo. Ainda, o modelo é validado a partir do cálculo do erro absoluto e relativo entre os dados reais e os resultados projetados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a curva que descreve os dados coletados mostrando o crescimento do tráfego de dados no Brasil, em terabits por segundo (Tbps), de janeiro de 2016 até dezembro de 2021. Ao realizar a análise detalhada dessa curva, é observado que o comportamento dos dados no gráfico pode ser representado por uma regressão polinomial de grau 2.

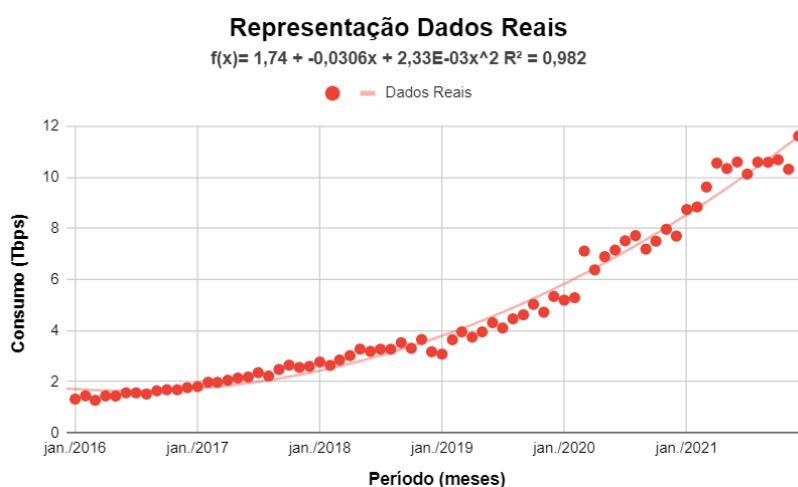


Figura 1: Curva do crescimento do tráfego de dados no Brasil, em Tbps, de jan/2016 até dez/2021.

Fonte: os autores



O modelo obtido é dado por:

$$f(x) = 1,74 - 0,0306x + 2,33 \cdot 10^{(-3x^2)} \quad (1)$$

onde: x representa os meses, e f(x) representa o consumo em terabits por segundo (Tbps) no período considerado. Pode-se observar, no gráfico, através do coeficiente de correlação R^2 , que o ajuste dos dados é de 0,982.

Na Figura 2, é apresentada a curva que descreve o modelo matemático da projeção do tráfego de rede, caso a pandemia não tivesse acontecido. Para isso, foram utilizados os dados de janeiro de 2016 a fevereiro de 2020, e utilizando o *FORECAST* do Google Planilhas, foi previsto os dados do período entre março de 2020 a dezembro de 2021. Ao realizar a análise detalhada, o comportamento dos dados no gráfico, pode ser representado por uma regressão polinomial de grau 2.



Figura 2: Projeção da curva do crescimento do tráfego de dados no Brasil, em Tbps, de jan/2016 até dez/2021.

Fonte: os autores

A curva obtida é dada por:

$$f(x) = 1,02 + 0,0675x + 1,54 \cdot 10^{(-4x^2)} \quad (2)$$

onde: x representa os meses, e f(x) representa o consumo em terabits (Tbps) no período considerado. Pode-se observar, no gráfico, através do coeficiente de correlação R^2 , que o ajuste dos dados é de 0,984.

Na Figura 3 é possível observar o aumento significativo do tráfego de rede, resultante do período pandêmico, sendo a curva azul referente a projeção dos dados e a curva vermelha referente aos dados reais.

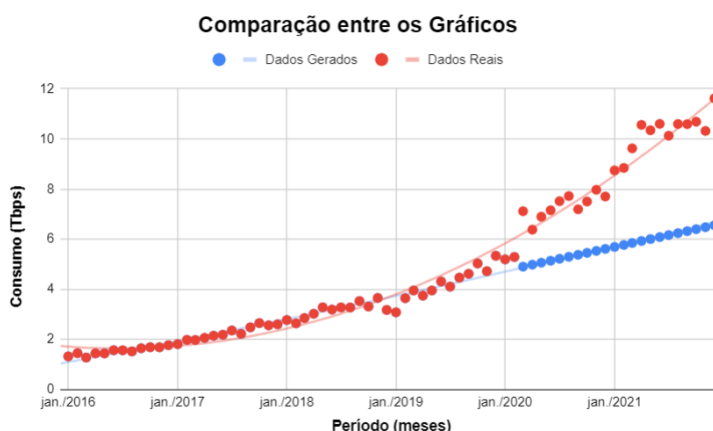


Figura 3: Curva da projeção dos dados e dos dados reais no período pandêmico.

Fonte: os autores

Com isso, é possível observar que houve um aumento considerável do tráfego de rede em comparação ao esperado no mesmo período.

Na Tabela 1 são apresentadas as previsões do modelo matemático obtidas através da validação das regressões polinomiais de grau 2, na qual é realizado o cálculo do erro absoluto e relativo entre os dados reais e os resultados projetados, considerando os meses utilizados para a construção do modelo (março de 2020 até dezembro de 2021).

Onde o Modelo 1 representa o resultado calculado pela função apresentada na equação (1), ou seja, o crescimento do tráfego de dados no Brasil, e o Modelo 2 representa o resultado calculado pela função apresentada na equação (2), sendo os dados projetados.

Tabela 1: Tabela com o erro absoluto e relativo entre os dados reais e os resultados projetados.

Mês	Modelo 1	Modelo 2	Diferença	% Diferença
mar./2020	6,24	4,86	1,38	28,31%
abr./2020	6,45	4,95	1,50	30,38%
mai./2020	6,66	5,03	1,63	32,47%
jun./2020	6,88	5,11	1,77	34,57%
jul./2020	7,11	5,20	1,91	36,68%
ago./2020	7,33	5,28	2,05	38,81%
set./2020	7,57	5,37	2,20	40,95%
out./2020	7,80	5,45	2,35	43,10%
nov./2020	8,05	5,54	2,51	45,26%
dez./2020	8,29	5,62	2,67	47,43%
jan./2021	8,54	5,71	2,83	49,61%
fev./2021	8,80	5,80	3,00	51,79%
mar./2021	9,06	5,88	3,18	53,98%
abr./2021	9,33	5,97	3,35	56,18%
mai./2021	9,60	6,06	3,54	58,39%
jun./2021	9,87	6,15	3,72	60,59%
jul./2021	10,15	6,23	3,92	62,81%
ago./2021	10,43	6,32	4,11	65,03%
set./2021	10,72	6,41	4,31	67,25%
out./2021	11,02	6,50	4,52	69,47%
nov./2021	11,31	6,59	4,72	71,70%
dez./2021	11,62	6,68	4,94	73,93%

Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão mostrou através dos dados coletados que houve o aumento do tráfego de dados em consequência da COVID-19, e que o modelo matemático de cada curva, real e projetada, representou de forma satisfatória o aumento do consumo de dados, com coeficiente de correlação R^2 de ajuste do modelo igual a 0,982 e 0,984, respectivamente, e no processo de validação com erros variando de 28,30% a 73,92% entre os dados que foram projetados e os reais.

É importante ressaltar que os resultados apresentados neste documento são teóricos, obtidos de forma objetiva, com base na aplicação da modelagem matemática, e ainda, desconsiderando outras possíveis variáveis.

Palavras-chave: COVID-19. Tráfego de Rede. Consumo de Dados. Modelagem Matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, Allan Rodrigo de Souza; PASSOS, Diego; ROCHA, Antonio Augusto de Aragão. **Mudança no perfil de tráfego de redes brasileiras em decorrência da pandemia pelo novo coronavírus.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 39., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 406-419. ISSN 2177-9384. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbrc.2021.16736>.
- MENEZES, Rafael A.; OLIVEIRA, Dyego H. L.; GOMES, Rafael L.. **O Impacto da Pandemia do COVID-19 no Comportamento do Tráfego de Rede e no Processo de Predição.** In: WORKSHOP DE PESQUISA EXPERIMENTAL DA INTERNET DO FUTURO (WPEIF), 12., 2021, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 25-30. ISSN 2595-2692. DOI: <https://doi.org/10.5753/wpeif.2021.17196>.