



**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA- CAMPUS ILHÉUS**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA-**  
**MATEMÁTICA NA PRÁTICA**

**FUNÇÃO EXPONENCIAL**  
**O CRESCIMENTO EXPONENCIAL DA PANDEMIA DE COVID-19**

**MARCELO SANTOS MILLI**

ILHÉUS – Ba  
2024



MARCELO SANTOS MILLI

FUNÇÃO EXPONENCIAL  
O CRESCIMENTO EXPONENCIAL DA PANDEMIA DE COVID-19

Artigo apresentado como requisito básico para a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Especialização em Ensino de Matemática-Matemática na Prática.

Orientador: ERNANDO CAMPOS

ILHÉUS– Ba  
2024



## RESUMO

*Este artigo explora o crescimento exponencial da pandemia de COVID-19 no Brasil por meio de modelagem matemática. Seu objetivo é fornecer aos alunos uma compreensão mais profunda da função exponencial e sua aplicabilidade no mundo real. A modelagem demonstra como o número de casos cresce rapidamente com o tempo, e a importância de medidas de contenção para controlar a propagação do vírus.*

*O artigo discute os fundamentos da função exponencial objetivando aplicar esses conceitos para modelar o crescimento da pandemia de COVID-19 no Brasil, usando dados reais para ajustar o modelo.*

*Os resultados da modelagem fornecem insights valiosos sobre o comportamento exponencial, permitindo que os alunos apreciem sua aplicabilidade prática e seu papel crucial na compreensão de fenômenos do mundo real. O artigo conclui enfatizando a importância da matemática para navegar em um mundo cada vez mais influenciado por dados e modelos.*

**Palavras-chave:** Função exponencial; COVID-19; Modelagem Matemática.

## ABSTRACT

This article explores the exponential growth of the COVID-19 pandemic in Brazil through mathematical modeling. Its goal is to provide students with a deeper understanding of the exponential function and its real-world applicability. The modeling demonstrates how the number of cases grows rapidly over time, and the importance of containment measures to control the spread of the virus.

The article discusses the fundamentals of the exponential function with the aim of applying these concepts to model the growth of the COVID-19 pandemic in Brazil, using real data to adjust the model. Modeling results provide valuable insights into exponential behavior, allowing students to appreciate its practical applicability and its crucial role in understanding real-world phenomena. The article concludes by emphasizing the importance of mathematics for navigating a world increasingly influenced by data and models.

**Keywords:** Exponential function; COVID-19; Mathematical Modeling.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2- METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>9</b>
<b>3. DISCUSSÃO E RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	12
3.2 FUNÇÃO EXPONENCIAL .....	16
3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	18
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1- Atividade apêndice 1.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2- Aplicação da Atividade apêndice 1.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3- Evolução da covid 19 no Brasil.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4- Quantis teóricos.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5- Valores ajustados.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6- Histograma da variável TAXA .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 7- Gráfico de função exponencial.....</b>	<b>20</b>



## 1- INTRODUÇÃO

As funções exponenciais possuem uma diversidade de aplicações no cotidiano, podemos ver um exemplo no artigo do professor Lauro Chagas e da professora Ana Clara Frossard Souza intitulado “Integrando Matemática e Química em uma atividade sobre aquecimento e resfriamento de soluções com estudantes de um curso técnico”, no artigo é analisado uma proposta pedagógica sobre aquecimento e resfriamento de soluções, aproximando o conteúdo de função exponencial das ideias introdutórias de termoquímica, demonstrando uma forma de contextualização e aplicação no cotidiano de funções exponenciais. Além de estarem presentes em diversas ciências como na Matemática financeira, sendo utilizada na capitalização de capitais pelo método do juro composto, na Geografia está relacionada a expressões responsáveis por explicar os crescimentos populacionais, na Química é utilizada em situações envolvendo decaimento radioativo, na Biologia está ligada ao desenvolvimento de bactérias em culturas e crescimentos de determinadas plantas, na Psicologia expressa as curvas de aprendizagem, entre outras inúmeras aplicações.

Segundo o site do Ministério da saúde do governo brasileiro (<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/covid-19>) no ano de 2019 o SARS-CoV-2 nome científico para a doença denominada COVID-19, cujo vírus causador é o novo coronavírus. Teve seu primeiro caso oficialmente registrado na China, no final de 2019, e logo depois se espalhou por outros países do mundo, em uma velocidade de propagação e contaminação com características exponenciais, ocasionando uma pandemia mundial. Com isso, através de estudos científicos, especialmente matemáticos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendou que, para se combater efetivamente a COVID-19, todos os países deveriam fazer isolamento social, evitar aglomerações de pessoas e intensificar os hábitos saudáveis de higiene, como lavar as mãos corretamente e higienizar produtos.

Diante disso, a necessidade do estudo de funções exponenciais, e, principalmente, a interpretação dos seus gráficos afim de analisar as previsões dos



dados coletados dos casos no Brasil, foi de suma importância nesse momento delicado.

“A partir do Ensino Médio, exploramos o conceito de função exponencial, bem como o estudo de seu gráfico, de forma que o aluno deve, ao final do curso, saber analisar e interpretar o gráfico dessa função para servir de instrumento de tomada de decisão em sua vida” (BRASIL, 2018).

Perante o que foi exposto, indagamos: Como ensinar a função exponencial utilizando a interpretação de dados estatísticos e gráficos da COVID-19, com foco nos casos registrados no Brasil?

No ensino da matemática existem diversos desafios, um diz respeito à falta de motivação do aluno para aprender conceitos. Muitos docentes se deparam com situações em que são questionados: "Qual a relevância do conteúdo ministrado para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional? Em quais situações práticas poderei utilizar os conhecimentos adquiridos?"

Nesse sentido, o objetivo geral da presente pesquisa visa demonstrar que o ensino de função exponencial pode ser baseado na interpretação dos dados e de gráficos, especificamente, da doença COVID-19.

Como objetivo específico têm-se: Analisar dados da COVID-19 nos estados do Brasil no ano de 2020; Contextualizar os dados da doença COVID-19 coletados nos estados brasileiros no ano de 2020 em uma perspectiva de ensino de matemática, especificamente, apoiando-se no estudo de função exponencial no nível de Ensino Médio; Utilizar o geogebra para construir gráficos de funções exponenciais explorando cenários de projeções possíveis da pandemia e assim conscientizar do risco do vírus.

A compreensão de conceitos matemáticos deve ser mediada por meio de estudos contextualizados, buscando adequar os conteúdos a realidade da sociedade globalizada, tornando as vivências sociais mesmo que cibernéticas próximas dos assuntos estudados. O cenário contemporâneo favorece o estudo interdisciplinar apoiando-se na transdisciplinaridade havendo assim uma intercomunicação entre as disciplinas envolvendo o aluno em todas as direções e significados.



A Base Nacional Comum Curricular diz que:

“No Ensino Médio (EM) o foco da Matemática é a sua aplicação à realidade em diferentes contextos, fazendo com que o educando tenha a oportunidade de desenvolver o pensamento matemático e crítico de forma que se utilize dela para resolver situações diversas e tomar decisões importantes em sua vida”. (Brasil, 2018, p.528)

E com base nisso, entende-se que a importância da contextualização didática dos conceitos matemáticos trabalhados nessa fase escolar é de fundamental importância para o educando desenvolver esse tipo de pensamento. A contextualização didática da interpretação de gráficos apresentados por diversos países em que a doença COVID-19 se propagou direciona o estudo de função exponencial ao qual se torna um modelo matemático para explicar a propagação dessa doença onde se necessita de conhecimentos matemáticos, como proposto por Yang e Wang (2020).

Logo, contextualizar a função exponencial com a doença COVID-19, poderá motivar o estudo desse conceito nos discentes do ensino médio, além de torná-los cidadãos capazes de analisar e compreender as informações relacionadas ao cotidiano da sociedade mundial e assim traçar suas metas e realizações.

## 2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Procuramos seguir as ideias apresentadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pesquisando formas de diversificar e contribuir no ensino de conteúdos matemáticos de forma criativa e significativa para o educando.

Em segundo, examinamos informações do banco de dados no site do governo federal, sobre a pandemia Covid-19 no Brasil, onde se concentra as informações de todos os estados referentes à pandemia. Focando contextualizar o conteúdo matemático Função Exponencial com os dados da pandemia, interpretando o avanço do número de contaminados, mortes e as representações gráficas representadas pelos dados coletas pelo governo. Foram sugeridas algumas atividades totalmente aplicáveis em sala de aula, assim como o uso do aplicativo geogebra ( <https://www.geogebra.org>) como forma de facilitar a construção de gráficos de funções exponenciais.

Nos apêndices finais é acrescentado os modelos das atividades aplicadas em sala de aula. No apêndice 1 a atividade relaciona dados da evolução dos casos de coronavírus confirmados no Brasil em 2020 com o gráfico da função exponencial. A atividade tem por objetivo fazer com que os alunos consigam reconhecer e interpretar informações relativas a problemas, construindo conjecturas, utilizando conceitos de função exponencial para resolver problemas envolvendo outras áreas do conhecimento. Nessa atividade o aluno poderá usar o aplicativo geogebra pra construir os gráficos e analisar suas projeções podendo comparar os resultados.

No apêndice 2 a atividade relaciona dados do contágio de pessoas por todo o Brasil pelo vírus da COVID-19 em março de 2020 e exige a interpretação do discente para responder determinados questionamentos. A atividade tem por objetivos fazer com que os alunos consigam identificar a expansão do contágio e responder questionamentos inerentes ao gráfico.

No apêndice 3 a atividade relaciona dados do contágio de pessoas pelo vírus da COVID-19 a construção do gráfico que melhor represente a situação. A atividade tem por objetivos fazer com que os alunos consigam construir o gráfico de uma função exponencial analisando e utilizando dados de uma tabela reconhecendo o gráfico com o de uma função exponencial e relacionar com sua definição algébrica.



Os alunos deverão analisar o caso apresentado, preencher a tabela e construir no plano cartesiano sugerido o gráfico que melhor representa os dados da tabela.

Todas as sugestões de atividades foram desenvolvidas com discentes do ensino médio da educação básica do Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves localizada em Vila do café, distrito do Município de Encruzilhada no estado da Bahia buscando sempre demonstrar a importância da matemática no cotidiano e na vida da sociedade, sendo determinante em vários momentos da humanidade.

## 2.1 Tipo de Pesquisa:

O presente estudo consiste em uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa dedicada ao ensino da matemática com a proposta de contextualizar os dados da Pandemia COVID-2019 com o conteúdo de matemática função exponencial, possibilitando e sugerindo algumas atividades que auxiliem o professor de matemática no ensino de funções.

O método usado foi o hipotético-dedutivo, uma vez que deseja mostrar que quando o professor de matemática contextualiza o conteúdo ensinado em suas aulas os discentes interagem mais e se comprometem ao aprenderem matemática explorando as aplicações na sociedade e assim compreendendo como a realidade pode ser interpretada matematicamente favorecendo o envolvimento de cada indivíduo e demonstrando a significância dos conteúdos necessários.

Iniciei com um estudo exploratório rastreando dados confiáveis a respeito da COVID-19. Com isso, desenvolveu-se o processo de contextualização com o conteúdo de função exponencial, surgindo sugestões para serem trabalhadas em sala de aula. Também foram adotados vários procedimentos técnicos, sendo que o primeiro foi à pesquisa bibliográfica, realizada durante todas as fases da pesquisa. De acordo com a possibilidade de abordagem da pesquisa, verifica-se tanto a qualitativa quanto a quantitativa. A abordagem qualitativa se deu através do processo de contextualização e criação das sugestões de atividades, enquanto a abordagem quantitativa se dará através da aplicação das sugestões propostas para os alunos bem como o auxílio e correção das atividades propostas.

## 2.2 Aplicação:

A aplicação das 3 atividades decorreu de forma semanal, sendo utilizada uma aula por semana da disciplina de matemática. Os participantes eram organizados em dupla para que houvesse maior troca de conhecimento e com isso buscou-se a mediação do conhecimento e uma melhor interação entre os discentes possibilitando um atendimento individualizado melhor por parte do docente.

Durante a aplicação da atividade do apêndice 1 busquei relacionar dados da evolução dos casos de coronavírus confirmados no Brasil em um determinado período de 2020 com o gráfico da função exponencial nessa atividade foi sugerido o uso do aplicativo geogebra para plotagem das leis de formação das funções apresentadas e por meio da observação da lei de formação e do gráfico da função exponencial resolver a questão como podemos acompanhar pela figura 1. Por ser o primeiro contato com a atividade surgiram muitas dúvidas e foram prontamente atendidas. Ao término da aplicação da atividade do apêndice 1 ficamos surpresos com a realização da atividade, pois a primeira impressão era que seria algo difícil e complicado, mas foi consolidado a importância da análise gráfica e das informações presentes na atividade tornando a atividade prazerosa e significativa como podemos notas na figura 2.

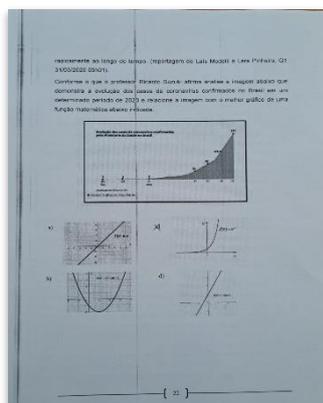


Figura 1- Atividade apêndice 1



Figura 2- Aplicação da Atividade apêndice 1



Nas atividades presentes no apêndice 2 e 3 pude perceber que os alunos se sentiam mais seguros e na maioria conseguiam resolver as questões sem o meu auxílio. Os alunos liam a atividade e de longe eu percebia que entre a dupla trocavam questionamentos e analisavam as situações apresentadas em seguida respondiam com clareza e exatidão os questionamentos apresentados. Alguns alunos apresentaram dificuldade em interpretação e um motivo foi determinante não conseguiam se concentrar na leitura da atividade, relataram que era muita coisa pra ler e quando liam tudo esqueciam o que haviam lido no início. Com o auxílio de colegas que haviam terminado a atividade fomos atendendo essas duplas e conseguimos demonstrar e explicar cada situação apresentada nas atividades e tais dificuldades iam sendo superadas.

Com essa aplicação é notável que o uso em sala de aula dessas atividades presentes no apêndice é de sua importância sendo uma sugestão contextualizada e atual para o uso de funções exponenciais em sala de aula.

### **2.3 Participantes e lócus:**

A pesquisa é direcionada para alunos do 1º ano do ensino médio da Educação Básica do Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves [6].

Os discentes podem utilizar o livro didático: (IEZZE, Gelson; DOLCE, Osvaldo; DEGENSZAJN, David; PÉRIGO, Roberto; DE ALMEIDA, Nilze; Matemática- Ciência e aplicação. Ensino Médio. Editora Saraiva. PNLD 2020. 9ª edição). Nesse livro teremos a parte de definição e caracterização de uma função exponencial, conteúdo necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

### **2.4 Método de análise**

No caso em estudo iremos relacionar sugestões de atividades envolvendo função exponencial e os dados da pandemia da COVID-19 gerados de análises dos casos no Brasil durante os meses de janeiro a junho do ano de 2020, norteados a atenção do estudante para as situações cotidianas onde podemos relacionar diversos fatores e assim perceber como foram criadas as



políticas públicas de contenção e combate a Pandemia da COVID-19 no Brasil no ano de 2020.

Contextualizar conteúdos matemáticos e estatísticos com o cotidiano do estudante é fundamental, uma vez que, no decorrer do aprendizado o discente tenta observar na sociedade aplicação para tal conteúdo em estudo e assim torna-se cada vez mais necessário a relação de teoria e prática para um excelente desenvolvimento do aprendizado. No artigo “Estatísticas Básicas e Modelagem de Regressão das taxas de mortalidade por COVID-19 nos Estados Brasileiros” do professor Gauss Moutinho é demonstrado o quanto o uso da estatística é necessária na sociedade.

“Nesse artigo o professor Gauss Moutinho descreve de forma telegráfica algumas plataformas abertas de bancos de dados internacionais e nacionais que contém informações úteis e estatísticas descritivas sobre a COVID-19 que podem ser consultadas para estratégias futuras e efetivas no combate à pandemia no Brasil. As estatísticas possibilitam fazer um paralelo do Brasil com outros países”.

Assim apartir de um primeiro momento, um vírus sofre uma mutação e consegue saltar de um animal para um ser humano. Em seguida, surge o primeiro caso de infecção e, em um espaço de aproximadamente cinco meses, o advento de uma pandemia global resultando em um elevado número de óbitos e recuperações. Esses fenômenos podem ser representados por meio de equações matemáticas e representadas por gráficos de funções exponenciais, como, por exemplo, as de número básico de reprodução, intervalo serial, razão caso-fatalidade, entre outras, desenvolvidas a partir de temas mais específicos a serem considerados diante de cada grupo, região ou país.



### 3- DISCUSSÃO E RESULTADOS

#### 3.1- FUNDAMETAÇÃO TEÓRICA

Segundo o site [www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19](http://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19) o Escritório Regional para as Américas da Organização Mundial da Saúde em 31 de dezembro de 2019, a OMS foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos. Uma semana depois, em 7 de janeiro de 2020, as autoridades chinesas confirmaram que haviam identificado um novo tipo de coronavírus e em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional. Essa decisão buscou aprimorar a coordenação, a cooperação e a solidariedade global para interromper a propagação do vírus.

Sendo importante analisar o número de novos casos confirmados a cada dia. Os pesquisadores do laboratório GDISPEN (Grupo de Dispersão de Poluentes & Engenharia Nuclear) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Glênio Aguiar Gonçalves, Régis Sperotto de Quadros e Daniela Buske, preocupados com a evolução do coronavírus no Brasil, publicaram diariamente gráficos das curvas da evolução temporal da COVID-19. Pode-se ver no gráfico da figura 3, que houve uma diminuição do número de casos confirmados, em relação ao dia 22 de março, onde tivemos o maior número diário. Já na parte inferior deste gráfico, pode-se ver a evolução temporal do crescimento da epidemia. Os dados utilizados são os dados oficiais do Ministério da Saúde e estão representados em barras de cor azul. Os resultados estimados se encontram em barras de cor laranja. Pode-se observar também que o modelo sugere um crescimento exponencial em que se observa a curva crescente sendo superestimado os números da epidemia.



**Figura 3- Evolução da Covid 19 no Brasil**

No artigo “Estatísticas Básicas e Modelagem de Regressão das taxas de mortalidade por COVID-19 nos Estados Brasileiros” produzido pelo Professor Doutor Gauss Moutinho Cordeiro e colaboradores é descrito de forma concisa e objetiva algumas plataformas abertas de bancos de dados internacionais e nacionais que contém informações úteis e estatísticas descritivas sobre a COVID-19 que podem ser consultadas para estratégias futuras e efetivas no combate à pandemia no Brasil e descrevem que:

“As estatísticas possibilitam fazer um paralelo do Brasil com outros países. Apresenta-se uma regressão beta para explicar a variabilidade das taxas de mortalidade da COVID-19 nos estados brasileiros. A partir das equações de regressão ajustadas a essas taxas de mortalidade, é sugerido um replanejamento dos grandes centros urbanos visando reduzir a proporção da

população urbana e a densidade populacional. Os nossos gestores cometeram erros graves no combate à pandemia que corroboraram para termos em 17 de novembro de 2021 quase 612 mil óbitos, o segundo maior número de óbitos entre os países do planeta.”

Gauss M. Cordeiro cita no artigo que:

“No Brasil, três bancos de dados se destacam: o repositório do Ministério da Saúde<sup>2</sup>, Brasil.io<sup>9</sup> e o observatório Covid-19BR<sup>10</sup>. O banco do Ministério da Saúde apresenta uma síntese de casos, óbitos, casos novos e taxas de mortalidade por região do país, gráficos por data de notificação e as curvas das médias móveis de 14 dias dos casos novos e dos novos óbitos para cada região, por estado da federação e por município, além de mapas de casos confirmados por estado e por município de notificação.”

Gauss M. Cordeiro enfatiza que:

“Essas curvas de suavização são muito importantes para examinar a evolução da pandemia na região, estado e município, uma vez que elimina a grande volatilidade das notificações dos casos e dos registros de óbitos face aos atrasos imprevisíveis ao procedimento de coleta. Com elas os gestores podem avaliar suas medidas de controle da pandemia. Para cada estado ou município do país, são apresentados ainda os casos confirmados (diário, total e total por 100 mil habitantes) e óbitos (diário, total e total por 100 mil habitantes) e os gráficos de casos e óbitos novos por dia de notificação com as médias móveis de 14 dias.”

Nesse artigo o Gauss M. Cordeiro e seus colaboradores comparam as taxas de mortalidade atuais por COVID-19 no Brasil com alguns países da Europa Ocidental, da América do Sul e os EUA. Essas taxas observadas dos estados brasileiros revelaram que apenas três variáveis independentes têm estimativas

altamente significativas para explicar as taxas médias de mortalidade, a saber: proporções da população urbana (TAXU) e de idosos (IDOS) e a densidade demográfica (DEN), entre várias outras variáveis analisadas. As taxas médias de mortalidade crescem com todas essas variáveis. Uma análise marginal (analisando cada variável e supondo as demais fixas), mais complicada em termos matemáticos na equação de regressão da média, mostrou que se aumentarmos as proporções das variáveis TAXU, IDOS e DEN em apenas 1%, teríamos um crescimento relativo de 1,9%, 3,4% e 0,5%, respectivamente, nas taxas esperadas de mortalidade da COVID-19 dos estados. Nestes termos, reduzir a proporção da população urbana e a densidade populacional dos grandes centros é fundamental como ação de enfrentamento das futuras pandemias decorrentes das arboviroses.

Os gráficos da figura 4, figura 5 e figura 6 refletem as conclusões obtidas pelo estudo.

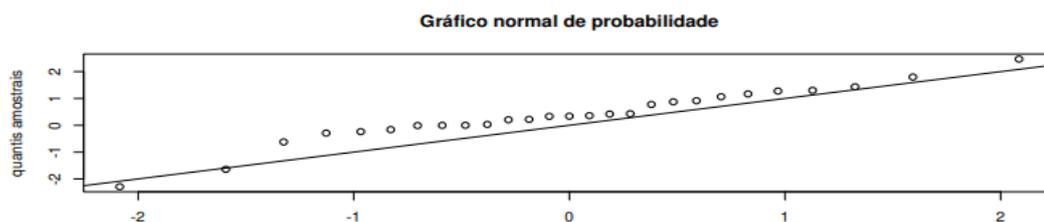


Figura 4- Quantis teóricos

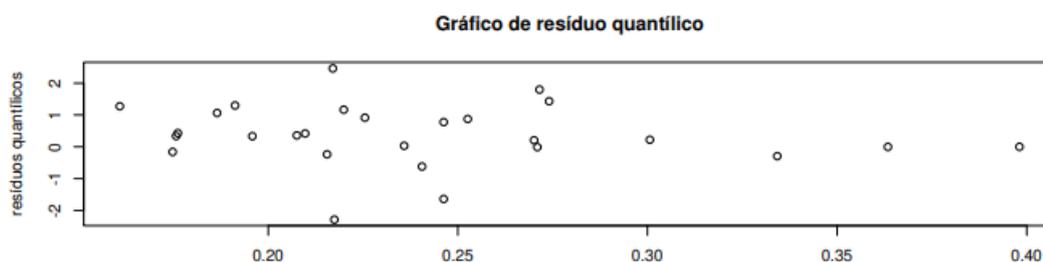


Figura 5- Valores ajustados

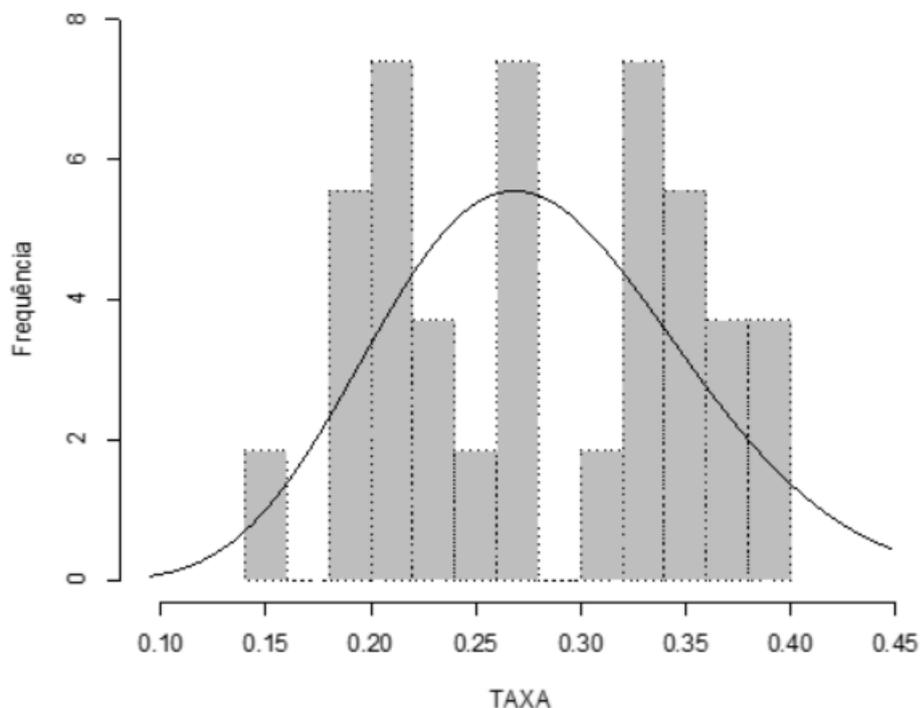


Figura 6- Histograma da variável TAXA com a linha de densidade beta ajustada

Através da matemática foi possível interpretar os futuros cenários de contágio, o crescimento da população infectada e como a doença impactou cada estado brasileiro. É verificável que o negacionismo, a afronta a ciência e a falta de ações necessárias com agilidade resultou em mais de 600 mil óbitos no Brasil.

As pesquisas/estudos e análises dos dados mostram que o estudo dos dados estatísticos coletados e a análise das curvas da progressão da doença usada de forma correta para uma política de combate eficaz poderia ter salvado milhares de vidas pelo país tendo como base para este estudo as funções exponenciais analisando o cenário e os dados estatísticos.

Em suma, enfatizo as funções exponenciais como ferramentas essenciais ao cotidiano devido ao grande número de aplicações que elas nos proporcionam na análise de diversas situações, favorecendo o planejamento e proporcionando um combate eficaz. Diante disso, vamos, primeiramente, relembrar a definição de função exponencial.

## 3.2. FUNÇÃO EXPONENCIAL

Conforme os autores: IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MURAKAMI, Carlos. Em Fundamentos de Matemática Elementar, volume 2, 8ª edição teremos uma visão um pouco mais detalhada sobre o conteúdo em estudo.

### Definição

Dado um número real  $a$ , tal que  $0 < a \neq 1$ , chamamos função exponencial de base  $a$  a função  $f$  de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$  que associa a cada  $x$  real o número  $a^x$ . Então:

$$f: \begin{array}{l} \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \\ x \rightarrow a^x \end{array}$$

### Propriedades

1ª) Na função exponencial  $f(x) = a^x$ , temos:

$$x = 0 \Rightarrow f(0) = a^0 = 1$$

Isto é, o par ordenado  $(0,1)$  pertence à função para todo  $a \in \mathbb{R}_+^* - \{1\}$ . Isto significa que o gráfico cartesiano de toda função exponencial corta o eixo  $y$  no ponto de ordenada 1.

2ª) A função exponencial  $f(x) = a^x$  é crescente (decrescente) se, e somente se,  $a > 1$  ( $0 < a < 1$ ). Portanto, dados os reais  $x_1$  e  $x_2$ , temos:

I) quando  $a > 1$ :  $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$

II) quando  $0 < a < 1$ :  $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$

3ª) A função exponencial  $f(x) = a^x$ , com  $0 < a \neq 1$ , é injetora, pois dados  $x_1$  e  $x_2$  tais que  $x_1 \neq x_2$  (por exemplo  $x_1 < x_2$ ), vem:

I) se  $a > 1$ , temos que:  $f(x_1) < f(x_2)$ ;

II) se  $0 < a < 1$ , temos:  $f(x_1) > f(x_2)$ ;

Portanto nos dois casos,  $f(x_1) \neq f(x_2)$ .

## Imagem

No estudo de potências de expoente real, tem-se que  $a \in \mathbb{R}_+^*$ , então  $a^x > 0 \forall x \in \mathbb{R}$ . Assim afirma-se, que a imagem da função exponencial é:

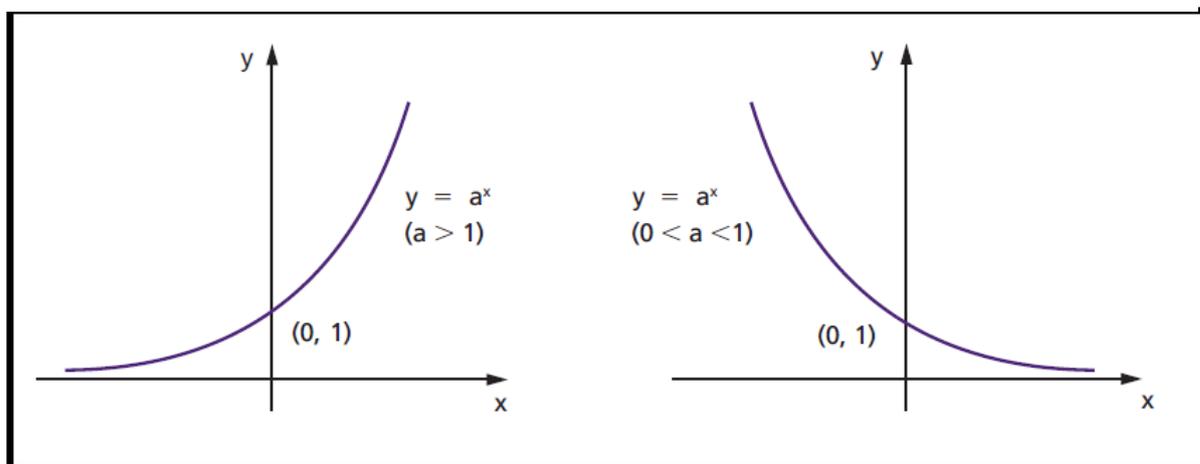
$$Im = \mathbb{R}_+^*$$

## Gráfico

Com relação ao gráfico cartesiano da função  $f(x) = a^x$ , podemos dizer:

- 1º) a curva representativa está toda acima do eixo das abcissas, pois  $y = a^x > 0$  para todo  $x \in \mathbb{R}$ ;
- 2º) corta o eixo  $y$  no ponto de ordenada 1;
- 3º) se  $a > 1$  é o gráfico de uma função crescente e se  $0 < a < 1$  é o gráfico de uma função decrescente;
- 4º) toma um dos aspectos das figuras abaixo.

Figura 1- Gráfico de função exponencial





### 3.3. CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo publicação do site Brasil escola ([educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/contextualizacao.htm](http://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/contextualizacao.htm) acessado em 12/02/2024) temos de forma geral que, contextualização é o ato de vincular o conhecimento à sua origem e à sua aplicação. A ideia de contextualização entrou em pauta com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/96), que acredita na compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que são guias que orientam a escola e os professores na aplicação do novo modelo, estão estruturados sobre dois eixos principais: a interdisciplinaridade e a contextualização.

A LDB 9.394/96, no artigo 28º, indica como isso pode ser feito, por expor que “os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente”. Isso significa que o ensino deve levar em conta o cotidiano e a realidade de cada região, as experiências vividas pelos alunos, quais serão suas prováveis áreas de atuação profissional, como eles podem atuar como cidadãos; enfim, ensinar considerando o contexto dos discentes.

Segundo FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas em publicação no site ([educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/contextualizacao.htm](http://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/contextualizacao.htm) acessado em 12/02/2024), somente baseado nisso é que o conhecimento ganhará significado real para o aluno. Do contrário, ele poderá se perguntar: “Para que estou aprendendo isso?” ou “Quando eu usarei isso em minha vida?”. Isso faz com que o aluno passe a rejeitar a matéria, dificultando os processos de ensino e aprendizagem.

Para evitar isso e garantir que o aluno também experimente prazer e motivação ao aprender, compreendendo a relevância do conhecimento o professor precisa definir o tratamento a ser dado ao conteúdo que será ensinado e, depois, tomar as decisões didáticas e metodológicas necessárias para que o ambiente de aprendizagem contextualizada seja eficaz. A ideia da contextualização requer a intervenção do estudante em todo o processo de aprendizagem, fazendo as conexões entre os conhecimentos. O aluno será mais do que um espectador, como



costumava ser no ensino tradicional, mas ele passará a ter um papel central, será o protagonista; como um agente que pode resolver problemas e mudar a si mesmo e o mundo ao seu redor.

Para tal é necessário que o professor crie situações comuns ao dia a dia do aluno e o faça interagir ativamente de modo intelectual e afetivo, trazendo o cotidiano para a sala de aula e aproximando o dia a dia dos alunos do conhecimento científico. Isso é sempre possível, pois inúmeros e praticamente inesgotáveis são os campos e contextos de experiências vivenciadas pelos alunos e pela escola, que podem ser utilizados para dar vida e significado ao conhecimento.

Podem ser abordados aspectos como: problemas ou fenômenos psíquicos, físicos, econômicos, sociais, ambientais, culturais, políticos, etc. Não precisam estar diretamente ligados aos alunos, mas podem fazer referência também aos seus familiares, desde que os discentes estejam de alguma forma envolvida com a situação apresentada.

Se o professor usar esse recurso tão imprescindível, que é a contextualização, estará mais propenso a ter êxito em preparar seus alunos não só para uma memorização que não valoriza os aspectos conceituais; mas estará, na verdade, preparando-os para a vida.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação das atividades em sala de aula com os discentes analisei essa experiência sendo possível extrair diversas conclusões significativas. Primeiramente, a aplicação prática das ideias matemáticas em contextos do mundo real aumentou significativamente o engajamento e a compreensão com os conceitos matemáticos, os discentes relataram que com aplicações de situações reais conseguiam perceber a relevância dos estudos matemáticos em sala de aula e suas aplicações no dia a dia modelando a compreensão de mundo. Ao relacionar os gráficos de funções exponenciais com a evolução dos casos de COVID-19 no Brasil no ano de 2020, os alunos tiveram a oportunidade de visualizar diretamente como esses conceitos teóricos se aplicaram as situações concretas.

A exploração da pandemia de COVID-19 por meio de gráficos e funções exponenciais proporcionou aos alunos uma compreensão aprofundada dos conceitos matemáticos e de sua aplicabilidade em contextos do mundo real. O envolvimento ativo dos alunos e a troca de conhecimentos entre disciplinas diferentes promoveram um aprendizado significativo e interdisciplinar, fortalecendo as conexões entre teoria e prática.

Além disso, ao entenderem como as funções exponenciais podem modelar o crescimento exponencial de casos de doenças, os alunos desenvolveram uma apreciação mais profunda pela importância da matemática na análise e na previsão de tendências em saúde pública. Isso pôde ajudá-los a reconhecer a relevância da matemática não apenas como uma disciplina acadêmica, mas também como uma ferramenta poderosa para compreender e enfrentar desafios do mundo real.

Os alunos demonstraram grande interesse e dedicação às atividades, o que evidencia o potencial das abordagens interdisciplinares para engajar os alunos e torná-los mais receptivos ao aprendizado. A integração de conceitos de matemática com tópicos atuais e relevantes, como a pandemia de COVID-19, tornou o aprendizado mais significativo e motivador para os alunos.

Além disso, o trabalho colaborativo e a troca de conhecimentos entre os alunos permitiram que eles desenvolvessem habilidades de comunicação, resolução



de problemas e pensamento crítico. O compartilhamento de ideias e perspectivas diferentes enriqueceu o processo de aprendizado e promoveu uma compreensão mais abrangente dos conceitos envolvidos.

Em suma, ao integrar o estudo das funções exponenciais com a análise da evolução da COVID-19 no Brasil no ano de 2020, esse trabalho não apenas forneceu uma abordagem inovadora e interdisciplinar, mas também transdisciplinar pois propiciou uma oportunidade para os alunos desenvolverem habilidades matemáticas essenciais enquanto exploraram um tema de relevância global.



## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referência – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 19p.
- [2] BRASIL. Base nacional comum curricular: educação é a base. 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 08. Fev. 2024.
- [3] YANG, Chayu; WANG, Jin. A mathematical model for the novel coronavirus epidemic in Wuhan, China. *Mathematical Biosciences and Engineering*. v. 17, n. 3. 2020. Disponível em: <https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/mbe.2020148/> Acesso em: 10/02/24
- [4] <https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/contextualizacao.htm> acessado 12/02/2024
- [5] <https://covid.saude.gov.br/> acessado 12/02/2024
- [6] Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves, localizado no Estado da Bahia, no município de Encruzilhada, no distrito de Vila do Café. Núcleo Territorial de Educação -20. Cep: 45150970. Código da SEC 117927. Fone: (77) 3481-1284
- [7] CORDEIRO, Gauss Moutinho. CYSNEIRO, Francisco José de Azevedo. CABRAL, Poliana Coelho. Estatísticas Básicas e Modelagem de Regressão das taxas de mortalidade por COVID-19 nos Estados Brasileiros.
- [8] SÁ, Lauro Chagas e. SOUZA, Ana Clara Frossard. INTEGRANDO MATEMÁTICA E QUÍMICA EM UMA ATIVIDADE SOBRE AQUECIMENTO E RESFRIAMENTO DE SOLUÇÕES COM ESTUDANTES DE UM CURSO TÉCNICO. <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/4229>

### Link:

- [file:///E:/2024/IFBA%20Mat%20na%20Prática/TCC%202409/Estatisticas\\_Basicas\\_e\\_Modelagem\\_de\\_Regr.pdf](file:///E:/2024/IFBA%20Mat%20na%20Prática/TCC%202409/Estatisticas_Basicas_e_Modelagem_de_Regr.pdf)

Acessado por meio da plataforma google acadêmico no dia 01/05/2024.

- **Figura 1:** <https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2020/03/26/grafico-da-evolucao-temporal-do-coronavirus-atualizacao-de-25-03-2020/> acessado dia 19/04/2024



## APÊNDICE

### APÊNDICE -1

#### IFBA- INSTITUTO FEDERAL BAHIA- Campus: Polo de Ilhéus

#### Curso: Especialização de Ensino- Matemática na Prática

Orientador: Ernando Campos

Colégio de aplicação da pesquisa: Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves

Docente: Marcelo Santos Milli

Discente: \_\_\_\_\_ data: \_\_/\_\_/2024 \_\_\_\_\_ ano

#### **Aspectos da Atividade**

Essa atividade relaciona dados da evolução dos casos de coronavírus confirmados no Brasil em um determinado período de 2020 com o gráfico da função exponencial.

#### **Objetivos da atividade**

A atividade tem por objetivos fazer com que os alunos consigam:

- Reconhecer e interpretar informações relativas a problemas, construindo conjecturas;
- Utilizar conceitos de função exponencial para resolver problemas envolvendo outras áreas do conhecimento;
- Identificar a expansão do contágio com a forma de uma progressão geométrica;
- Reconhecer o gráfico de uma função e relacionar com definição algébrica.

#### **Descrição da atividade**

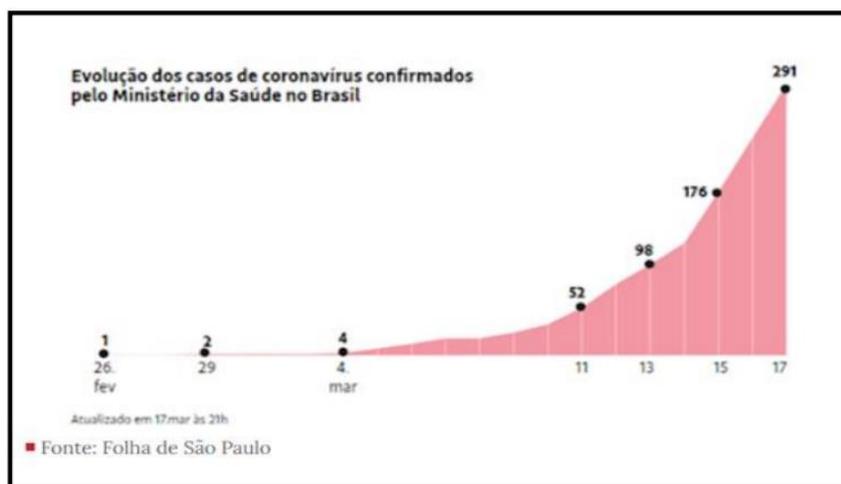
1- Enquanto cientistas correm contra o tempo para desenvolver tratamentos e vacina contra o coronavírus (Sars-CoV-2), pesquisadores de diversas áreas simulam cenários com impactos da pandemia. Uma das projeções mais recentes a ganhar destaque foi um estudo liderado pelo Imperial College de Londres:

“Ele estimou que o Brasil pode ter mais de 1 milhão de mortes por Covid-19 e cerca de 187 milhões de infectados em 2020 se não houver nenhuma estratégia de isolamento social e de enfrentamento do surto. Mas como são feitos esses cálculos?”

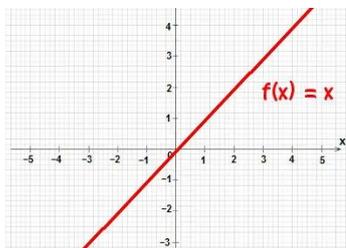
Segundo o professor de matemática e autor de material didático Ricardo Suzuki:

“É possível fazer essas estimativas porque **epidemias seguem um padrão matemático** usado para representar fenômenos que se multiplicam muito rapidamente ao longo do tempo. (reportagem de Laís Modelli e Lara Pinheiro, G1 31/03/2020 05h01).”

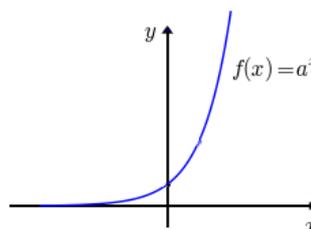
Conforme o que o professor Ricardo Suzuki afirma analise a imagem abaixo que demonstra a evolução dos casos de coronavírus confirmados no Brasil em um determinado período de 2020 e relacione a imagem com o melhor gráfico de uma função matemática abaixo indicada.



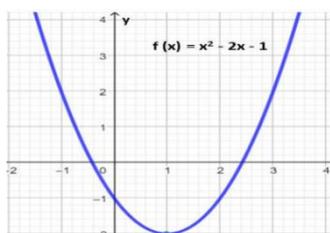
a)



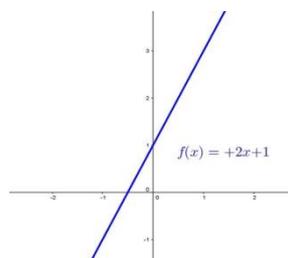
c)



b)



d)





## APÊNDICE -2

### IFBA- INSTITUTO FEDERAL BAHIA- Campus: Polo de Ilhéus

#### Curso: Especialização de Ensino- Matemática na Prática

Orientador: Ernando Campos

Colégio de aplicação da pesquisa: Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves

Docente: Marcelo Santos Milli

Discente: \_\_\_\_\_ data: \_\_/\_\_/2024 \_\_\_\_ ano

#### Aspectos da Atividade

Essa atividade relaciona dados do contágio de pessoas no Brasil todo pelo vírus da COVID-19 em março de 2020 e exige a interpretação do discente para responder determinados questionamentos.

#### Objetivos da atividade

A atividade tem por objetivos fazer com que os alunos consigam:

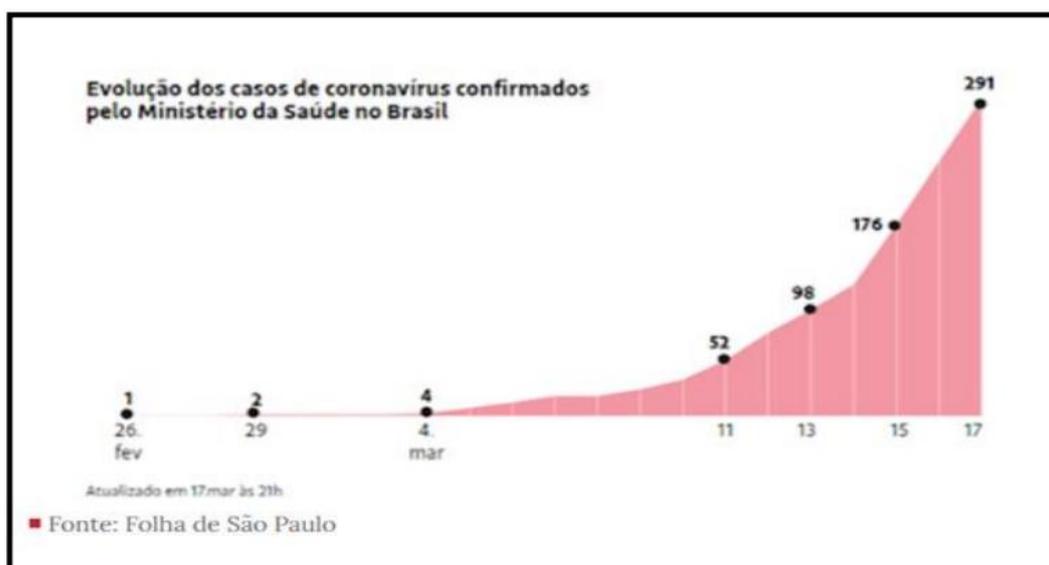
- Reconhecer e interpretar informações relativas a problemas, construindo conjecturas;
- Utilizar conceitos de função exponencial para resolver problemas envolvendo outras áreas do conhecimento;
- Identificar a expansão do contágio e responder questionamentos inerentes ao gráfico;
- Reconhecer o gráfico de uma função e relacionar com definição algébrica.

#### Descrição da atividade

1- O aumento exponencial de novos casos em uma epidemia é apenas uma fase de um ciclo de três etapas. Essas etapas formam o conceito matemático da curva epidêmica, que torna possível prever o ritmo do aumento de casos, o pico das transmissões e o decaimento delas.

No mês de março de 2020 a pandemia do coronavírus na maioria dos países do mundo e no Brasil estava na fase do crescimento exponencial, em que todos os dias eram registrados números maiores de novos casos que na véspera.

Observe a imagem abaixo da evolução dos casos no Brasil do coronavírus e responda os questionamentos a seguir:



- Sobre o que se trata o gráfico?
- O que significam os números que aparecem na horizontal? E na vertical?
- Quando ocorre o primeiro caso confirmado?
- Quantos casos há em 4/3, 11/3 e 17/3? O que aconteceu em relação ao início?
- Por que você acha que os casos estão aumentando?
- De acordo com uma pesquisa na época para cada caso conhecido poderia haver 5 ou mais infectados desconhecidos. Levando isso em consideração, qual seria o total de infectados no dia 4? E no dia 11? E no dia 17? A que conclusão é possível chegar?



## APÊNDICE -3

### IFBA- INSTITUTO FEDERAL BAHIA- Campus: Polo de Ilhéus

#### Curso: Especialização de Ensino- Matemática na Prática

Orientador: Ernando Campos

Colégio de aplicação da pesquisa: Colégio Estadual do Campo Nancy de Castro Esteves

Docente: Marcelo Santos Milli

Discente: \_\_\_\_\_ data: \_\_/\_\_/2024 \_\_\_\_\_ ano

#### Aspectos da Atividade

Essa atividade relaciona supostos dados do contágio de pessoas pelo vírus da COVID-19 a construção do gráfico que melhor represente a situação.

#### Objetivos da atividade

A atividade tem por objetivos fazer com que os alunos consigam:

- Construir o gráfico de uma função exponencial por meio de dados em uma tabela;
- Reconhecer e interpretar informações relativas a problemas, construindo conjecturas;
- Utilizar conceitos de função exponencial para resolver problemas envolvendo outras áreas do conhecimento;
- Identificar a expansão do contágio e responder questionamentos inerentes ao gráfico;
- Reconhecer o gráfico de uma função e relacionar com definição algébrica.

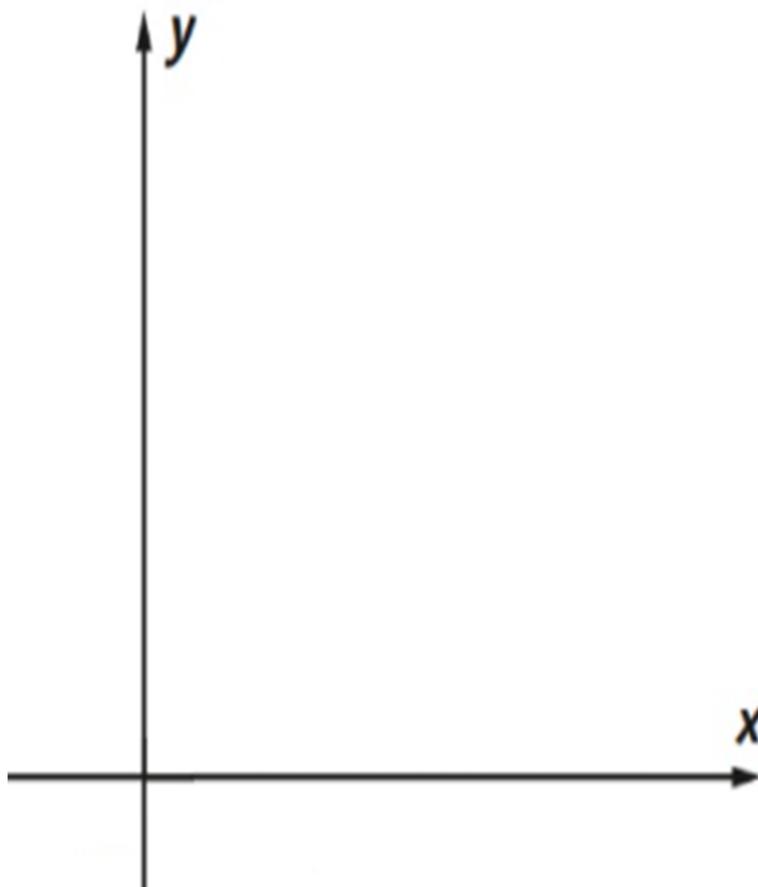
#### Descrição da atividade

1- Analise o caso a seguir, preencha a tabela e construa no plano cartesiano ao lado o gráfico que melhor representa os dados hipotéticos da tabela.

Casos oficiais de COVID-19 no Brasil dados do Ministério da saúde:

NO dia 26 de fevereiro de 2020 foi registrado o primeiro caso, no dia 01 de março de 2020 foi registrado o segundo caso, em 05 de março de 2020 o oitavo caso, no dia 08 de março de 2020 o décimo sexto caso, no dia 11 de março de 2020 o trigésimo segundo caso e assim por diante até o dia 06 de abril de 2020.

<b>Período</b>	<b>Novos casos de infectados</b>





2- Analisando os dados e o gráfico da questão anterior responda os questionamentos a seguir:

- a) A sequência numérica expressa pela quantidade diária dos novos infectados pode ser relacionada como uma progressão geométrica?
  
- b) Note que o professor responsável pela observação suprimiu alguns valores de infectados até a sua última observação. Observe a sequência numérica gerada e determine as possíveis quantidades de infectados desses dias.
  
- c) Ao construir o gráfico podemos relacionar a sua curva como sendo exponencial?

## APÊNDICE - 4

### CRONOGRAMA

<b>MÊS/ETAPAS</b>	<b>03/2024</b>	<b>04/2024</b>	<b>05/2024</b>	<b>06/2024</b>	<b>07/2024</b>
<b>Escolha do tema</b>	x				
<b>Levantamento bibliográfico</b>	x				
<b>Elaboração do anteprojeto</b>	x	x			
<b>Apresentação do projeto</b>		x			
<b>Coleta de dados</b>		x	x		
<b>Análise dos dados</b>		x	x	x	
<b>Organização do roteiro/partes</b>		x	x	x	
<b>Redação do trabalho</b>		x	x	x	x
<b>Revisão e redação final</b>			x		x
<b>Entrega do Artigo</b>					x
<b>Defesa do Artigo</b>					x