

Ajuste de curvas como ferramenta de comparação entre os indicadores IDEB e IDEPE no município de Caetés, estado de Pernambuco

Curve fitting as a tool for comparing IDEB and IDEPE indicators in the municipality of Caetés, state of Pernambuco

Ajuste de curvas como herramienta de comparación de indicadores IDEB e IDEPE en el municipio de Caetés, estado de Pernambuco

Recebido: 09/08/2022 | Revisado: 22/08/2022 | Aceito: 24/08/2022 | Publicado: 01/09/2022

Leticia Karina Ramos de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-145X>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: leticiakarinar@gmail.com

José Edvaldo de Oliveira Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4417-1875>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: edvaldooliveiranunes@outlook.com

Mauricio Costa Goldfarb

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0909-1514>

Universidade de Pernambuco, Brasil

E-mail: mauricio.goldfarb@upe.br

Resumo

Os indicadores educacionais ajudam a monitorar o funcionamento de redes de ensino e fornecer subsídios para formulação de políticas educacionais. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) é o indicador educacional nacional calculado bienalmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em contrapartida, o Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco (IDEPE) é o indicador educacional pernambucano calculado anualmente pela Secretaria de Educação do estado de Pernambuco. Ambos são obtidos pela combinação entre os dados do fluxo escolar e desempenho dos alunos nas avaliações de larga escala nacional e estadual, respectivamente. Neste trabalho objetivou-se realizar um estudo com propósito de comparar o IDEB com o IDEPE nos anos finais e iniciais do município de Caetés (PE). Para isso buscou-se, através do método de ajuste de curvas, identificar um melhor modelo para o IDEB, ajustando os valores as equações de forma a obter resultados deste indicador nos anos de 2013 a 2019 e observar, através das curvas geradas, se esses resultados poderiam substituir os do IDEPE divulgados no período em questão. As discussões envolvem os conteúdos de indicadores educacionais, ajuste de curvas e coeficiente de determinação. Os ajustes testam a hipótese de que os valores do IDEB, se inseridos no modelo, poderiam tornar possível a previsão dos resultados do IDEPE e, conseqüentemente, a não necessidade deste último indicador. A hipótese foi refutada, visto que foi possível concluir que os valores do indicador nacional inseridos no modelo sofrem uma disparidade em relação aos valores do indicador estadual.

Palavras-chave: Avaliação; Indicadores educacionais; Previsão.

Abstract

Educational indicators help to monitor the functioning of educational networks and provide subsidies for the formulation of educational policies. The Basic Education Development Index (IDEB) is the national educational Brazilian indicator calculated biennially by the National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira (INEP), in contrast, the Pernambuco Education Development Index (IDEPE) is the educational indicator in Pernambuco calculated annually by the Pernambuco State Department of Education. Both are obtained by combining data on school flow and student performance in large-scale national and state assessments, respectively. This work aimed to carry out a study with the purpose of comparing the IDEB with the IDEPE in the final and initial years of the municipality of Caetés (PE). For this, we sought, through the curve fitting method, to identify a better model for the IDEB, adjusting the values to the equations in order to obtain results of this indicator in the years 2013 to 2019 and to observe, through the generated curves, if these results could replace those of IDEPE released in the period in question. Discussions involve the contents of educational indicators, curve fitting and coefficient of determination. The adjustments test the hypothesis that the IDEB values, if inserted into the model, could make it possible to predict the IDEPE results and, consequently, the need for this last indicator. The hypothesis was refuted, since it was possible to conclude that the values of the national indicator inserted in the model suffer a disparity in relation to the values of the state indicator.

Keywords: Evaluation; Educational indicators; Prediction.

Resumen

Los indicadores educativos ayudan a monitorear el funcionamiento de las redes educativas y brindan subsidios para la formulación de políticas educativas. El Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB) es el indicador educativo nacional calculado cada dos años por el Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira (INEP), en cambio, el Índice de Desarrollo de la Educación de Pernambuco (IDEPE) es el indicador educativo en Pernambuco calculado anualmente por la Secretaría de Educación del Estado de Pernambuco. Ambos se obtienen al combinar datos sobre el flujo escolar y el desempeño de los estudiantes en evaluaciones nacionales y estatales a gran escala, respectivamente. Este trabajo tuvo como objetivo realizar un estudio con el fin de comparar el IDEB con el IDEPE en los años finales e iniciales del municipio de Caetés (PE). Para ello se buscó, a través del método de ajuste de curvas, identificar un mejor modelo para el IDEB, ajustando los valores a las ecuaciones con el fin de obtener resultados de este indicador en los años 2013 a 2019 y observar, a través de las curvas generadas, si estos resultados pudieran reemplazar a los del IDEPE publicados en el período en cuestión. Las discusiones involucran los contenidos de los indicadores educativos, el ajuste de curvas y el coeficiente de determinación. Los ajustes prueban la hipótesis de que los valores del IDEB, si se insertan en el modelo, podrían permitir predecir los resultados del IDEPE y, en consecuencia, la necesidad de este último indicador. La hipótesis fue refutada, ya que fue posible concluir que los valores del indicador nacional insertados en el modelo sufren una disparidad en relación a los valores del indicador estatal.

Palabras clave: Evaluación; Indicadores educativos; Predicción.

1. Introdução

Um indicador educacional é utilizado para avaliar em que medida os objetivos educacionais estão sendo alcançados. Nesse sentido, objetiva a facilitação dos processos avaliativos e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade da educação (Borges, 2018). Para produção de um indicador são necessárias avaliações em larga escala que monitoram o desempenho dos estudantes em provas padronizadas, a fim de possibilitar comparações entre redes de ensino, redefinindo e reorientando políticas públicas na área da educação (Lindoso & Dos Santos, 2019).

Desde a criação do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), que possibilitou que os sistemas de ensino pudessem ser avaliados e comparados quanto ao aprendizado de seus alunos, e não apenas quanto à capacidade de atendimento por meio da expansão da rede de ensino (Oliveira & Araújo, 2005) - a avaliação de larga escala ocupa um papel importante no cenário brasileiro (Oliveira & Araújo, 2005; Borges, 2018). Passando do âmbito federal para o estadual e municipal.

As avaliações em larga escala são uma das principais fontes para a construção de indicadores educacionais. Segundo Cabrito (2009), é ilógico falar em qualidade se não possuímos um conjunto de instrumentos que permitam sua medida. Nesse sentido, um dos aspectos essenciais para a produção de qualidade é a elaboração de indicadores, cuja tarefa é obter a sintonia entre os aspectos qualitativos e quantitativos que expressem os aspectos objetivos da realidade, com vistas à tomada de decisões adequadas para a melhoria da qualidade da educação (Ferreira & Tenório, 2010).

Os indicadores podem ajudar a monitorar o funcionamento de redes de ensino e fornecer subsídios para seus gestores na formulação de políticas educacionais, além de informar escolas sobre a aprendizagem dos seus alunos e informar ao público a evolução educacional. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), criado em 2007, é calculado a cada dois anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do Ministério da Educação (MEC), para anos iniciais do ensino fundamental (5º ano), anos finais do ensino fundamental (9º ano) e ensino médio (3º ano), combinando dados de fluxo escolar – obtidos pelo Censo Escolar – com dados do desempenho dos alunos no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Nos mesmos moldes do IDEB, em 2008, com o objetivo de realizar um diagnóstico anual da qualidade da educação, a Secretaria de Educação do estado de Pernambuco implantou um indicador sintético de qualidade específico para seu sistema: o Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco (IDEPE), este toma como referência a metodologia do IDEB para sua construção: composto pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco (SAEPE), junto à média da taxa de fluxo escolar, que é calculada pelo Censo Escolar, dos estudantes do Ensino Fundamental (anos iniciais e finais) e do Ensino Médio. Além disso, há também o oferecimento do Bônus do Desenvolvimento Educacional (BDE) e metas a serem atingidas

pelas escolas.

Segundo o INEP, a combinação aprendizagem e fluxo escolar auxilia no equilíbrio dos índices: por um lado, quando a gestão educacional acelera a aprovação do estudante indevidamente o resultado nas avaliações acaba sendo baixo, conseqüentemente o cálculo final apontará para a carência de aperfeiçoamento do sistema. Por outro, caso retenha o aluno para alcançar um melhor resultado na avaliação educacional o fluxo escolar se modifica, apontando também para melhora no sistema.

A produção de tantas informações estatísticas e indicadores complexos geram gastos consideráveis aos cofres públicos (Borges, 2018). Em 2019, por exemplo, o valor estimado para a aplicação do SAEB foi de aproximadamente 500 milhões de reais (INEP, 2019). O custo oneroso com a produção desses dados sequer pode atingir seus objetivos quando ocorre de seus resultados não serem reconhecidos pela comunidade escolar (Borges, 2018).

Diante disso, este trabalho traz como objetivo levar adiante a hipótese da não necessidade do indicador estadual proposta por Nunes e Goldfarb (2018). Utilizando o ajuste de curvas e os dados do IDEB seria possível ajustar os valores do indicador nacional e, deste modo, prever os resultados do IDEPE? É importante considerar a necessidade atual de evitar gastos sem uso aparente.

Partindo deste problema de pesquisa, objetivou-se identificar um melhor ajuste para os valores do IDEB na rede municipal de Ensino de Caetés (PE), ajustando os valores aos modelos de forma a obter resultados deste indicador nos anos de 2013 a 2019 e observar, através das curvas geradas, se esses resultados poderiam substituir os resultados divulgados do IDEPE de 2013 a 2019. Sugere-se que, com o uso de um ajuste adequado, será possível ter um valor anual para os resultados do IDEB, descarecendo a necessidade do IDEPE no Município em questão.

2. Metodologia

2.1 Ajuste de curvas

O método de ajuste de curvas tem por objetivo encontrar uma $F(x)$ de tipo pré-determinado (ex. reta, parábola) que melhor adequa uma função dada (caso contínuo) ou um conjunto de pontos (caso discreto) a partir da aproximação com uma outra função $\varphi(x)$ escolhida por uma soma de funções. Para nossa análise foi utilizado o caso discreto. Dados pontos $(x_1, f(x_1))$, $(x_2, f(x_2))$, ..., $(x_m, f(x_m))$ em um determinado intervalo $[a, b]$, devemos escolher funções $g_1(x)$, $g_2(x)$, ..., $g_n(x)$ e constantes α_1 , α_2 , ..., α_n tais que a função $\varphi(x) = \alpha_1 g_1(x) + \alpha_2 g_2(x) + \dots + \alpha_n g_n(x)$ se aproxime de $f(x)$ (Santos, 2022).

Este modelo é dito **linear** pois os coeficientes α_1 , α_2 , ..., α_n aparecem linearmente, no entanto, as funções $g_1(x)$, $g_2(x)$, ..., $g_n(x)$ podem ser não lineares, como $g_1(x) = e^x$, $g_2(x) = 1+x^2$ (Ruggiero & Lopes, 1997). Isso ocorre pois $\varphi(x)$ pode ser uma combinação linear de funções não lineares.

Para escolher as funções $g_1(x)$, $g_2(x)$, ..., $g_n(x)$ foram observados os pontos tabelados através de um diagrama de dispersão, permitindo visualizar a curva que melhor se ajusta aos dados (Ferreira & Júnior, 2019). A fim didático, o exemplo abaixo mostra a construção do gráfico de dispersão com as informações obtidas nesta pesquisa, referentes as notas do IDEB nos anos finais do ensino fundamental do município de Caetés – PE de 2013 a 2019. Para realização dos cálculos foi utilizada a representação do tempo conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Representação dos anos analisados.

Ano	Tempo
2013	1
2014	1,5
2015	2
2016	2,5
2017	3
2018	3,5
2019	4

Fonte: Autores.

Deste modo, os pontos que compõem o nosso ajuste estão dispostos na Tabela 2 e são dados a partir do par ordenado (x,y) , onde x representa o tempo e y a nota IDEB do ano correspondente:

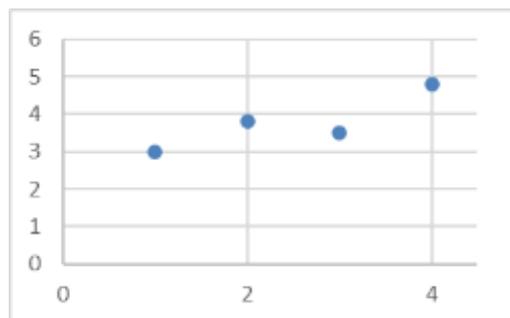
Tabela 2: Notas IDEB do Município de Caetés nos anos Finais de 2013 a 2019.

Tempo	IDEB
1	3
2	3,8
3	3,5
4	4,8

Fonte: Autores.

Os pontos da Tabela 2 compõem o diagrama de dispersão da Figura 1, onde observa-se um comportamento crescente entre as variáveis:

Figura 1: Diagrama de dispersão das notas do IDEB no Município de Caetés nos anos Finais de 2013 a 2019.



Fonte: Autores.

Os pontos podem assumir um formato aproximadamente linear. Daí $\varphi(x) = \alpha_1 + \alpha_2x$, onde $g_1(x) = 1$ e $g_2(x) = x$. Para obter os valores de α que geram o melhor ajuste foi utilizado o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), impondo que o desvio entre $f(x)$ e $\varphi(x)$ seja mínimo, ou seja $d_k = (f(x_k) - \varphi(x_k))$ menor possível para todos os pontos de 1 a m , onde m é o último par ordenado analisado (Santos, 2022). O MMQ consiste em escolher os coeficientes α de modo que a soma dos quadrados dos desvios seja mínima:

$$F(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = \sum_{k=1}^m d_k^2 = \sum_{k=1}^m (f(x_k) - \varphi(x_k))^2 \quad (1)$$

deve ser mínimo.

Assim, α_j 's devem ser tais que minimizem a função (Eq.1). Do cálculo diferencial sabemos que, para obtenção de um ponto mínimo de $F(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, encontra-se seus pontos críticos (de primeira derivada nula), o que pode ser feito pelo cálculo das seguintes derivadas:

$$\left. \frac{\partial F}{\partial \alpha_j} \right|_{(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)} = 0, \text{ com } j=1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Ao final, tem-se um sistema linear onde o número de equações é igual ao número de funções auxiliares $g_j(x)$, pelo qual obtemos os coeficientes $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$:

$$\begin{cases} \left[\sum_{k=1}^m g_1(x_k)g_1(x_k) \right] \alpha_1 + \dots + \left[\sum_{k=1}^m g_n(x_k)g_1(x_k) \right] \alpha_n = \sum_{k=1}^m f(x_k)g_1(x_k) \\ \left[\sum_{k=1}^m g_1(x_k)g_2(x_k) \right] \alpha_1 + \dots + \left[\sum_{k=1}^m g_n(x_k)g_2(x_k) \right] \alpha_n = \sum_{k=1}^m f(x_k)g_2(x_k) \\ \vdots \\ \left[\sum_{k=1}^m g_1(x_k)g_n(x_k) \right] \alpha_1 + \dots + \left[\sum_{k=1}^m g_n(x_k)g_n(x_k) \right] \alpha_n = \sum_{k=1}^m f(x_k)g_n(x_k) \end{cases} \quad (3)$$

No exemplo em questão, $\varphi(x) = \alpha_1 + \alpha_2 x$ e, portanto, duas funções $g_i(x)$ auxiliares:

$$\begin{cases} \left[\sum_{k=1}^m g_1(x_k)g_1(x_k) \right] \alpha_1 + \left[\sum_{k=1}^m g_2(x_k)g_1(x_k) \right] \alpha_n = \sum_{k=1}^m f(x_k)g_1(x_k) \\ \left[\sum_{k=1}^m g_1(x_k)g_2(x_k) \right] \alpha_1 + \left[\sum_{k=1}^m g_2(x_k)g_2(x_k) \right] \alpha_n = \sum_{k=1}^m f(x_k)g_2(x_k) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 4\alpha_1 + 10\alpha_2 = 15,1 \\ 10\alpha_1 + 30\alpha_2 = 40,3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha_1 = 2,5 \\ \alpha_2 = 0,51 \end{cases} \rightarrow F(x) = 2,5 + 0,51x \quad (4)$$

Assim, o ajuste linear para o conjunto de pontos dispostos na tabela x é dado pela equação $F(x) = 2,5 + 0,51x$. Existem casos em que a combinação entre os coeficientes $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ pode ser **não linear**. Um exemplo ocorre quando a função é exponencial do tipo $f(x) \approx \varphi(x) = \alpha_1 e^{-\alpha_2 x}$, nestes casos torna-se necessário o uso de alguma transformação linear, assim: $y = \alpha_1 e^{-\alpha_2 x} \rightarrow \ln(y) = \ln(\alpha_1) - \alpha_2 x$. Pode-se então aplicar o MMQ na resolução do problema linearizado, nomeando $\ln(\alpha_1)$ de b_1 e $-\alpha_2$ de b_2 , de modo que $\ln(x) = b_1 + b_2(x) = \varphi(x)$, utilizando os valores encontrados para calcular os parâmetros originais (Santos, 2022).

2.2 Coeficiente de Determinação (R²):

O coeficiente de determinação pode ser explicado como a razão entre a variação explicada e a variação total e mensura a relação existente entre a variável dependente e as variáveis independentes. R^2 varia entre 0 e 1, quando $R^2 = 1$ todos os pontos observados se situam exatamente sob a curva de ajuste, ou seja, as variações de y são 100% explicadas pela variação dos x 's através da função especificada, não havendo desvios em torno da função estimada. Quando $R^2 = 0$ conclui-se que as variações

de y são exclusivamente aleatórias e a introdução das variáveis x's no modelo não incorporará informação alguma sobre as variações de y (Lima *et al.*, 2022). O coeficiente é obtido através da seguinte equação:

$$R^2 = \frac{\left(\sum xy - \sum x * \sum \frac{y}{n}\right)^2}{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) * \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}$$

O próximo capítulo mostra as análises realizadas no Software Microsoft Office Excel dos ajustes de curvas e da observação do coeficiente de determinação (R^2), realizou-se o ajuste linear, ajuste exponencial e ajuste logarítmico. As discussões envolvem os resultados divulgados sobre os indicadores de educação, o conteúdo de ajuste de curvas e coeficiente de determinação.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são mostrados os valores do IDEB divulgados pelo INEP na rede municipal de ensino de Caetés – PE nos anos de 2013 a 2019:

Tabela 3: Série Histórica dos Indicadores Ideb na rede municipal de ensino da cidade de Caetés (PE).

Ano	Tempo	Ideb - Anos Finais (9º Ano)	Ideb - Anos Iniciais (5º Ano)
2013	1	3	2,9
2015	2	3,8	5,1
2017	3	3,5	4,9
2019	4	4,8	5,2

Fonte: INEP (2022).

Esses valores foram organizados em gráficos de dispersão e aplicou-se o ajuste de curvas para o cálculo do coeficiente de determinação (R^2). Na Tabela 4 são mostrados os valores do R^2 além das equações dos dois melhores ajustes para cada modalidade de ensino (anos finais e anos iniciais):

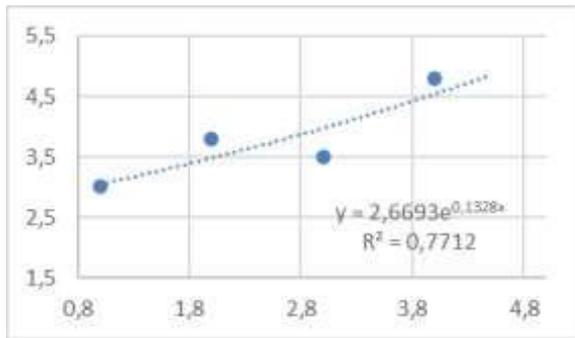
Tabela 4: Dados dos dois melhores ajustes para anos Finais e Iniciais.

Modalidade	Tipo de Ajuste	Equação do Modelo	R^2
Anos Finais	Exponencial	$y = 2,6693e^{0,1328x}$	0,7712
Anos Finais	Linear	$y = 0,51x + 2,5$	0,7528
Anos Iniciais	Logarítmico	$y = 1,6107\ln(x) + 3,2453$	0,7884
Anos Iniciais	Linear	$y = 0,67x + 2,85$	0,6292

Fonte: Autores.

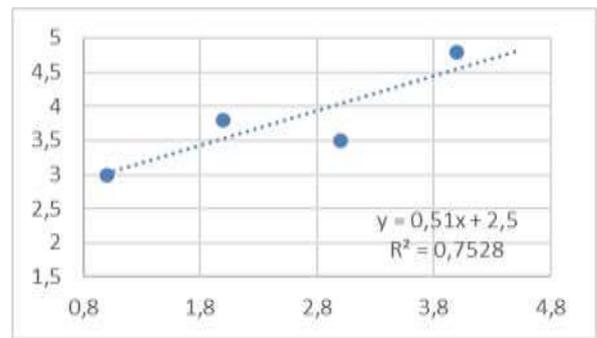
Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os gráficos dos ajustes exponencial e linear dispostos na Tabela 4 para os anos finais do ensino fundamental do município de Caetés. Nota-se que em ambos os casos o índice IDEB tende a crescer ao longo dos anos:

Figura 2: Ajuste Exponencial Ideb Anos Finais Caetés (PE).



Fonte: Autores.

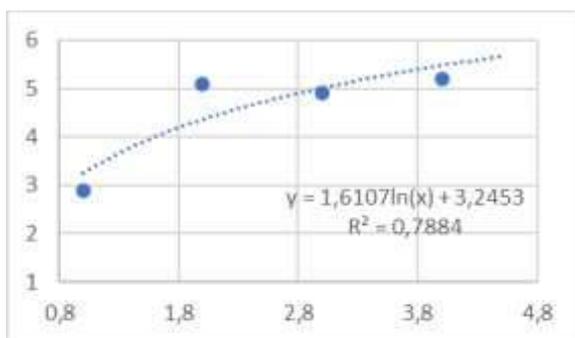
Figura 3: Ajuste Linear Ideb Anos Finais Caetés (PE).



Fonte: Autores.

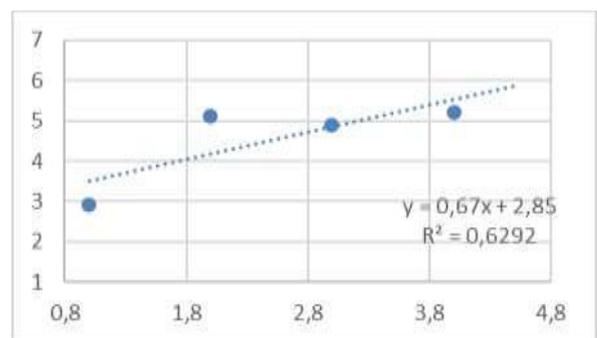
Nas Figuras 4 e 5 são mostrados os gráficos dos ajustes logarítmico e linear também dispostos na Tabela 4 para os anos iniciais. Nestes observa-se um destaque importante para o aumento entre os anos de 2013 e 2015, quando o resultado passou de 2,9 para 5,1, sofrendo um aumento de 2,2:

Figura 4: Ajuste Logarítmico Ideb Anos Iniciais Caetés (PE).



Fonte: Autores (2022).

Figura 5: Ajuste Linear Ideb Anos Iniciais Caetés (PE).



Fontes: Autores (2022).

Considerando que o coeficiente de determinação é uma medida da proporção da variação total dos dados em torno da média e, portanto, importante para medir a qualidade do ajuste, é possível escolher o melhor modelo a partir do seu valor. Desta forma, observou-se que os melhores ajustes foram o exponencial para anos finais e logarítmico para anos iniciais. As equações $y = 2,6693e^{0,1328x}$ e $y = 1,6107\ln(x) + 3,2453$ dadas pelos ajustes serão utilizadas para prever as notas dos anos que não foram divulgados (2014, 2016, 2018) e para ajustar os valores dos anos já atribuídos anteriormente. Os valores do IDEB ajustados aos nossos modelos serão representados por IDEB* e arredondados em duas casas decimais para serem comparados aos valores reais dados pelo IDEPE, os resultados obtidos a partir da inserção das notas IDEB em seus respectivos ajustes estão dispostos na Tabela 5:

Tabela 5: Valores IDEB ajustados as equações $y = 2,6693e^{0,1328x}$ (Anos Finais) e $y = 1,6107\ln(x) + 3,2453$ (Anos Iniciais).

Tempo	IDEB* Anos Finais	IDEB* Anos Iniciais
1	3,05	3,25
1,5	3,26	3,53
2	3,48	3,73
2,5	3,72	3,89
3	3,98	4,01
3,5	4,25	4,12
4	4,54	4,22

Fonte: Autores.

Por sua vez, os valores do IDEPE dos anos iniciais e finais obtidos na Secretaria de Educação do Município de Caetés estão organizados na Tabela 6:

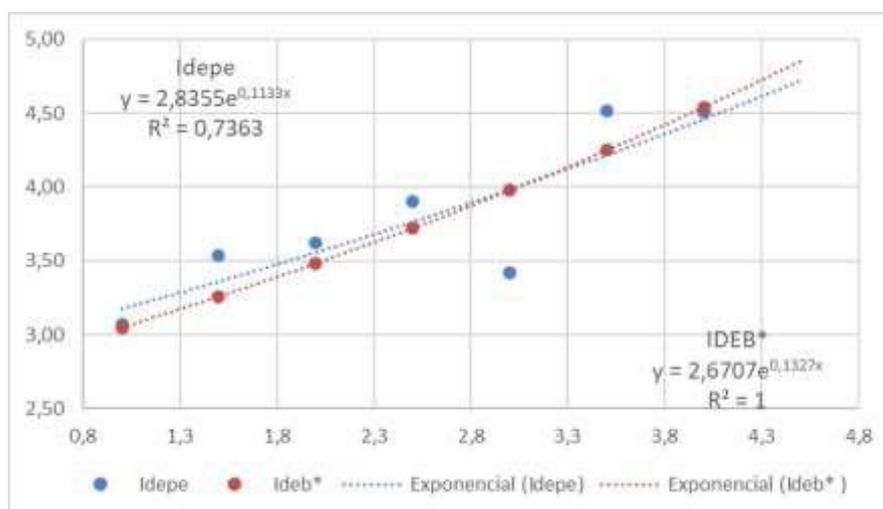
Tabela 6: Série Histórica do IDEPE no município de Caetés (PE).

Ano	Tempo	IDEPE Anos Finais	IDEPE Anos Iniciais
2013	1	3,07	2,71
2014	1,5	3,54	4,78
2015	2	3,62	5,01
2016	2,5	3,90	4,97
2017	3	3,42	4,90
2018	3,5	4,52	5,38
2019	4	4,51	5,18

Fonte: SEDUC Caetés – PE (2022).

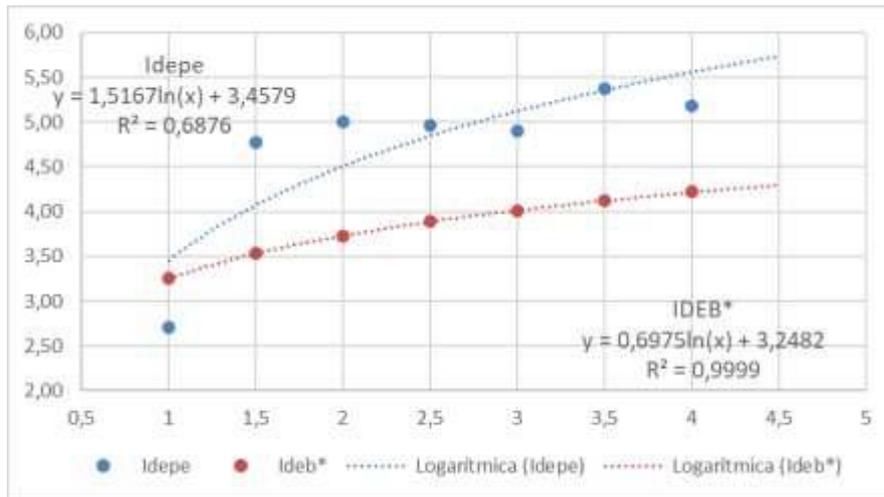
Nas Figuras 6 e 7 os gráficos representam, respectivamente, os valores do IDEB* ajustados aos modelos escolhidos em conjunto com os valores do IDEPE ajustados de forma exponencial no caso dos anos finais e logarítmico no caso dos anos iniciais, objetivando comparação para análise:

Figura 6: Comparação IDEPE com IDEB* (Ajuste Exponencial - Anos Finais).



Fonte: Autores.

Figura 7: Comparação IDEPE com IDEB* (Ajuste logarítmico - Anos Iniciais).

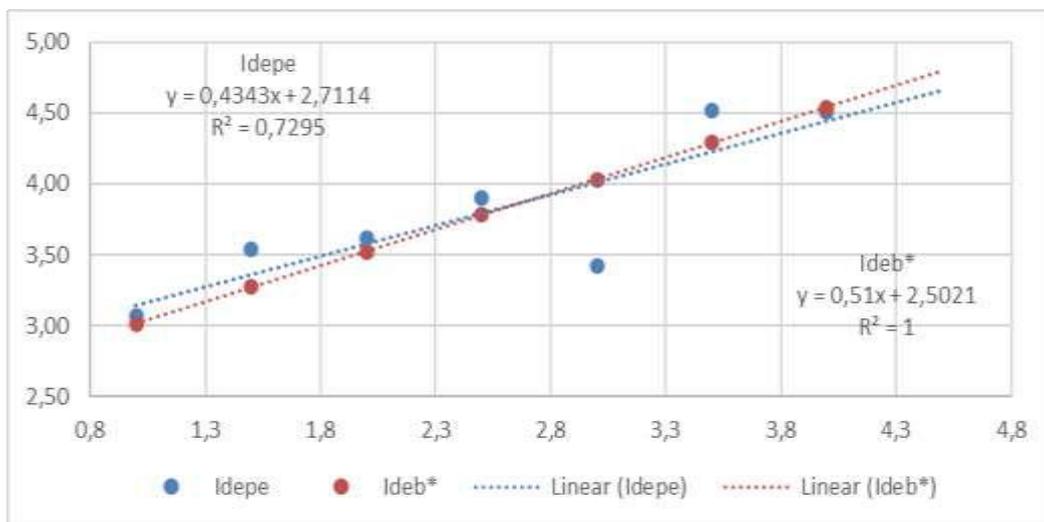


Fonte: Autores.

De acordo com o Coeficiente de Determinação (Figuras 6 e 7) para as curvas do IDEPE, a porcentagem da variação explicada pelos ajustes é de aproximadamente 74% para anos finais e 69% para anos iniciais, torna-se possível comparar os dois indicadores em ambos os casos e perceber a relação que existe no período de tempo analisado com erros mínimos, visto que foi utilizado o MMQ.

Anos Finais: O comportamento das curvas é diferente, nota-se que a partir do ano de 2017 o IDEB* tem um crescimento mais acentuado, de forma que, se comparado ao IDEPE, seu valor ao longo dos anos assume uma maior diferença com relação ao ano anterior. Por exemplo, de acordo com as equações de ajuste mostradas na Figura 8, o IDEB* assumiria um valor de 4,85 em 2020 e 4,54 em 2019 (diferença de 0,31), em contrapartida os valores do IDEPE seriam de 4,72 em 2020 e 4,46 em 2019 (diferença de 0,26). Isso ocorre mesmo com os valores do IDEPE sendo maiores em primeira instância. Curiosamente, se usarmos o ajuste linear, que ficou em segundo plano para essa comparação, nós também percebemos o mesmo comportamento, como mostrado a seguir:

Figura 8: Comparação IDEPE com IDEB* (Ajuste Linear - Anos Finais).



Fonte: Autores.

Anos Iniciais: As curvas assumem comportamentos semelhantes, mas com diferenças grandes entre seus resultados,

isso significa que a evolução ao longo dos anos seria parecida, no entanto, os valores do IDEPE assumem maiores índices que os do IDEB*. De acordo com as equações de ajuste da Figura 8, em 2020 o IDEPE corresponde a 4,45 e em 2019 a 4,37, com uma evolução de 0,08, por outro lado, o IDEB* em 2020 assume o valor de 3,70 e em 2019 de 3,67, evoluindo um total de 0,03. Ou seja, o IDEPE evoluiu apenas 0,05 a mais que o IDEB*, porém sempre com maiores valores numéricos.

Dessa forma, assim como concluiu Nunes e Goldfarb (2018), conforme a análise realizada, constatou-se que apesar dos dois indicadores serem medidos pela utilização de parâmetros semelhantes, sendo eles o fluxo escolar e proficiência dos estudantes, o indicador estadual mostra um comportamento diferente do nacional. No que se refere aos anos iniciais do município de Caetés, há um avanço um pouco mais rápido na educação quando tratamos do IDEPE, além disso, este assume maiores valores absolutos. O contrário acontece com os anos finais, cuja evolução dos indicadores ao longo do tempo é maior quando utilizamos o IDEB como referência.

Assim, a hipótese de que os valores do IDEB, se ajustados, poderiam tornar possível a previsão dos resultados do IDEPE e, conseqüentemente, a não necessidade deste último indicador é refutada.

4. Considerações Finais

Este trabalho buscou fazer uma análise do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e do Índice de Desenvolvimento da Educação de Pernambuco (IDEPE) no município de Caetés, estado de Pernambuco, em turmas de anos finais (9º ano do ensino fundamental) e anos iniciais (5º ano do ensino fundamental), utilizando como ferramenta o ajuste de curvas pelo método dos mínimos quadrados.

A partir da visualização e análise dos dados observou-se que os melhores ajustes para o IDEB municipal, entre os anos de 2013 e 2019, foram o exponencial para anos finais e logarítmico para iniciais, desta forma, utilizou-se tais modelos para ajustar os valores IDEB de modo a compará-los com o índice IDEPE correspondente.

Nos resultados dos anos finais observou-se que o comportamento das curvas foi diferente, a partir de determinado momento (ano de 2017) houve um crescimento mais acentuado do conceito IDEB ajustado. Se tratando dos anos iniciais as curvas assumiram comportamentos semelhantes, mas com diferenças grandes entre seus resultados, a evolução ao longo dos anos foi parecida, no entanto, os valores do IDEPE assumem maiores índices que os do IDEB ajustados. Deste modo, ainda que os dois indicadores sejam medidos pela utilização de parâmetros semelhantes, sendo eles o fluxo escolar e a proficiência dos estudantes, a utilização de um ajuste para prever os resultados para o IDEB no intervalo de tempo supracitado a fim de compará-los com IDEPE, descarecendo a necessidade deste último, não é viável.

Para trabalhos futuros, sugere-se utilizar o ajuste de curvas pelo Método dos Mínimos Quadrados para uma análise dos indicadores de educação em larga escala em outro município do Agreste Meridional Pernambucano, avaliando a semelhança entre os indicadores de modo a detectar possíveis relações entre eles, como também comparar o indicador nacional com outros indicadores estaduais além do pernambucano.

Referências

- Alvarse, O. M. (2013). *Avaliar as avaliações em larga escala: desafios políticos*. <https://revistaeducacao.com.br/2013/12/12/avaliar-as-avaliacoes-em-larga-escala-desafios-politicos/>.
- Alves, M. T. G., & Soares, J. F. (2013). Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. *Educação e pesquisa*, 39, 177-194.
- Barros, E. R., de Alcântara Ribeiro, V. H., de Alcântara Silva, V. M., de Sousa Muniz, C. E., de Almeida Silva, R., da Silva Eduardo, R., & Santos, N. C. (2020). Ajuste dos modelos matemáticos na cinética de secagem dos resíduos de uva cv. "Isabel". *Research, Society and Development*, 9(10), e8249108644-e8249108644.
- Borges, R. M. (2018). Indicadores educacionais em foco: análise frente à realidade brasileira. *Avaliação da educação: referências para uma conversa*, 115-137.
- Cabrito, B. G. (2009). Avaliar a qualidade em educação: avaliar o quê? Avaliar como? Avaliar para quê?. *Cadernos Cedex*, 29, 178-200.

da Silva Cavalcante, M. M., da Silva Bandeira, M. J., & Coutinho, D. J. G. (2019). IDEPE: Resultado verídico ou aglomeração de fatores? *Brazilian Journal of Development*, 5(11), 28022-28039.

de Mello, A. (2010). A Relevância dos Indicadores Educacionais para Educação Básica: informação e decisões. *Revista Meta: Avaliação*, 2(5), 153-179.

de Oliveira Nunes, J. E., da Silva, J. M., da Silva Araújo, L., Moreira, G. R., Stosic, T., & Stosic, B. (2021). Análise de grafos de visibilidade do mercado brasileiro de soja, milho e carne de frango. *Research, Society and Development*, 10(1), e39210111478-e39210111478.

do Amaral, L. S., dos Santos, A. L. P., de Figueiredo, M. P. S., de Almeida Ferreira, D. S., Silva, J. E., dos Santos, H. C. T., & Moreira, G. R. (2020). Interiorização do Covid-19: Uma análise da evolução dos casos/10 mil habitantes em municípios da Microrregião de Garanhuns no Estado de Pernambuco, através de modelos de Regressão não linear. *Research, Society and Development*, 9(9), e293996582-e293996582.

dos Santos, A. L. F., Araújo, A. V., de Melo, D. V., & do Nascimento, K. T. F. (2022). Política de avaliação educacional em Pernambuco e a influência do IDEPE. *Jornal de Políticas Educacionais*, 16(1).

Ferreira, F. E., & Junior, R. A. C. (2019). O Método dos Mínimos Quadrados Aplicado ao Ajuste de Curvas. *HIPÁTIA-Revista Brasileira de História, Educação e Matemática*, 4(2), 282-294.

Ferreira, R. A., & Tenório, R. M. (2010). A construção de indicadores de qualidade no campo da avaliação educacional: um enfoque epistemológico. *Revista Lusófona de Educação*, 15(15).

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Web site*. <https://www.gov.br/inep/pt-br>.

Lima, L. K. R. de, Alves, D. A. N. da S., Gonçalves, D. N., Ribeiro, M. L. F., Cordeiro, L. R., Goldfarb, M. C., Ribeiro Neto, M. S., Silva Júnior, A. N. da, Pessoa, A. L., & Roges, D. L. (2022). Formação em matemática na UPE: perfilando o curso de licenciatura do campus Garanhuns, Nazaré da Mata e Petrolina mediante a utilização da análise de regressão linear simples. *Research, Society and Development*, 11(10), e455111032893. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32893>

Lindoso, R. C. B., & dos Santos, A. L. F. (2019). n. 1-política educacional e a avaliação em larga escala como elemento de regulação da educação. *Jornal de Políticas Educacionais*, 13.

Nunes, J. E. O., Goldfarb, M. C. (2018). *Ajuste de curvas para análise dos indicadores de educação no estado de Pernambuco*. Universidade de Pernambuco.

Oliveira, R. P. D., & Araujo, G. C. D. (2005). Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação. *Revista brasileira de educação*, 5-23.

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação. *O que é o IDEPE*. <http://www.educacao.pe.gov.br/diretorio/pmg2/idepe.html>

Ruggiero, M. A. G., & Lopes, V. L. D. R. (1997). *Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais*. Makron Books do Brasil.

Santos, L. G. D. (2022). Ajuste de curvas aplicado aos dados de acidentes de trânsito em São Paulo: uma análise da viabilidade do seguro DPVAT.

Toro, P. F., & de Souza Freitas, L. F. (2021). Ajuste de curvas pelo método dos Quadrados Mínimos: Uma aplicação com dados populacionais de Mato Grosso do Sul. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, 8(1).

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). *Ajuste de curvas*. <https://www.ufrgs.br/reamat/CalculoNumerico/livro-sci/adc.html>.

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). *Ajuste linear geral*. https://www.ufrgs.br/reamat/CalculoNumerico/livro-sci/adc-ajuste_linear_geral.html#x76-1290007.2.1.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). *Avaliação em larga escala*. <https://institucional.caeddigital.net/tecnologias-2/avaliacao-em-larga-escala.html#:~:text=Trata%2Dse%20de%20uma%20avalia%C3%A7%C3%A3o,rede%20at%C3%A9%20o%20do%20estudante>

Veja. (2019). *Weintraub erra valor: exame custará R\$ 500 milhões, e não R\$ 500 mil*. <https://veja.abril.com.br/politica/weintraub-erra-valor-exame-custara-r-500-milhoes-e-nao-r-500-mil/>.