

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA

Roberto dos Santos

*Indicadores de desempenho dos piauienses na OBMEP: Uma  
aplicação utilizando coeficientes e índices baseados na  
população*

Teresina  
2020

Roberto dos Santos

*Indicadores de desempenho dos piauienses na OBMEP: Uma aplicação utilizando coeficientes e índices baseados na população*

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Matemática - Profmat, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática na modalidade profissional.

**Orientador: Valmária Rocha da Silva Ferraz**

**Profa. Dra. em Estatística- UFRJ**

**Co-orientador: Jackelya Araújo da Silva**

**Profa. Dra. em Estatística e E. Agropecuária- UFLA**

Teresina

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

S237a Santos, Roberto dos.

Indicadores de desempenho dos piauienses na OBMEP:  
uma aplicação utilizando coeficientes e índices baseados na  
população / Roberto dos Santos. – Teresina: 2020.  
117 f. il.: color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal  
do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em  
Matemática - PROFMAT, 2020.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valmaria Rocha da Silva Ferraz  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jackelya Araújo da Silva

1. Estatística – Matemática. 2. Estatística Aplicada. 3.  
Medalhas - Quantidade. 4. OBMEP – Piauí. I. Título.

CDD 519.5

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes – CRB3/1461

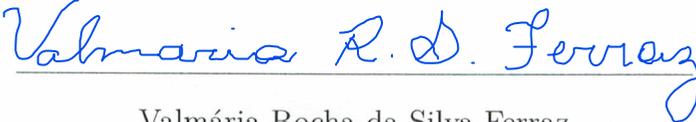
Roberto dos Santos

*Indicadores de desempenho dos piauienses na OBMEP: Uma aplicação utilizando coeficientes e índices baseados na população*

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Matemática - Profmat, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática na modalidade profissional.

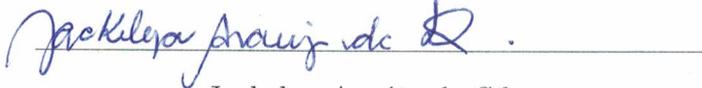
Aprovado em 20 de outubro de 2020

**BANCA EXAMINADORA**



Valmária Rocha da Silva Ferraz

Profa. Dra. em Estatística- UFRJ



Jackelya Araújo da Silva

Profa. Dra. em Estatística e E. Agropecuária- UFLA



Sissy da Silva Souza

Profa. Dra. em Ciências, Engenharia de Sistemas e Computação-COPPE-UFRJ



Italo Dowell Lira Melo

Prof. Dr. pelo Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada - IMPA.

*Este trabalho é dedicado, exclusivamente, à Deus,  
meu criador, criador do céu e da terra.*

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo de bom que tem feito em minha vida, na vida de minha família e na vida de todos.

Aos meus Pais: Raimundo Costa Mourão e Maria dos Milagres dos Santos, por rezarem por mim, pedindo a Deus que faça a sua vontade e não a minha, pois Deus sabe o que é melhor para mim.

À minha esposa, Ana Rita Pereira da Silva, por ter uma paciência infinita.

Ao meu filho, Eduardo Rikelme da Silva dos Santos, por me ensinar a ser um bom pai.

À minha família, de um modo geral, por fazer eu acreditar em mim e não deixar eu perder a esperança deste objetivo.

À minha orientadora Valmária Rocha da Silva Ferraz e à minha Co-orientadora Jackelya Araújo da Silva, por me fazerem entender que, quando me perguntavam algo, não estavam só me perguntando, estavam na verdade, me orientando.

Agradeço também, aos meus professores do PROFMAT-PI: Isaías Pereira, Gleison Santos, Liane Mendes, Gildásio Guedes, Manoel Viera, Valmária Rocha, Jackelya Araújo, Antônio Kelson e Jefferson Leite.

Ao professor Antônio Galvão Leite (Galvão), pelo apoio incontestável.

Aos meus amigos do PROFMAT 2018, por nossa união e nossa amizade, em especial, aos meus companheiros de estudos: Marcelo José e Marcelo Holanda, por nossa amizade e pelas horas de estudos nos fins de semana que estivemos juntos na escola do Vale do Gavião.

Ao PAPMEM-IMPA, cujas as videoaulas disponíveis em seu canal no YouTube, foram de grande importância no curso de mestrado PROFMAT.

Aos professores do CETI Prof.Darcy Araújo, pelo incentivo e crença em minha capacidade. À UFPI, à CAPES e ao GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, enfim a todos que participaram para que esse sonho se tornasse uma realidade.

*“A visão errônea da ciência se trai a si mesma na ânsia de estar correta, pois não é a posse do conhecimento, da verdade irrefutável, que faz o homem de ciência – o que o faz é a persistente e arrojada procura crítica da verdade”.*

*Karl Raimund Popper*

## Resumo

Este trabalho visa buscar uma visão do desempenho do estado do Piauí na OBMEP cuja variável número de medalhas, isoladamente, não é capaz mostrar. Mais especificamente, a proposta do trabalho tem como objetivo, identificar os municípios cujo desempenho está sendo influenciado pela variável populacional e os municípios onde isso não acontece, além de realizar comparações do desempenho do estado do Piauí com outros estados brasileiros, analisando a influência populacional nos rankings regional e nacional, de maneira a obter informações mais consistentes de avaliar o desempenho temporal do Piauí na OBMEP baseado nos dados. A abordagem adotada é quanti-qualitativa, de natureza explicativa, realizada com objetivos descritivos e exploratórios e com procedimentos em levantamento de dados; métodos: estatísticos, hipotético-dedutivo e comparativo. Como resultado, verificou-se a possibilidade de identificar classificações para o desempenho do Estado, segundo associação com dados populacionais, onde o mesmo foi classificado em 2ª posição no ranking regional da competição, já no ranking nacional sua classificação passou a figurar na 10ª posição. Por fim, constatou-se que a população está entre as variáveis que se relacionam com desempenho na OBMEP, além de políticas públicas e com isso, conclui-se que essas informações ressaltam o bom desempenho do Piauí na OBMEP.

**Palavras-chaves:** Piauí. População. Número de medalhas. OBMEP.

## Abstract

This work aims to seek a view of the performance of the state of Piauí in OBMEP whose variable number of medals, in isolation, is not able to show. More specifically, the purpose of the work is to identify the municipalities whose performance is being influenced by the population variable and the municipalities where this does not happen, in addition to making comparisons of the performance of the state of Piauí with other Brazilian states, analyzing the population influence in the regional and national rankings, in order to obtain more consistent information to assess Piauí's temporal performance in OBMEP based on the data. The approach adopted is quanti-qualitative, of an explanatory nature, carried out with descriptive and exploratory objectives and with procedures in data collection; methods: statistical, hypothetical-deductive and comparative. As a result, the possibility of identifying classifications for the performance of the State was verified, according to association with population data, where it was classified in 2<sup>ª</sup> position in the regional ranking of the competition, already in the national ranking its classification now appears in the 10<sup>ª</sup> position. Finally, it was found that the population is among the variables that relate to performance at OBMEP, in addition to public policies and with that, it is concluded that this information highlights Piauí's good performance at OBMEP.

**Keywords:** Piauí. Population. Number of medals. OBMEP.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>9</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1 Conceitos Preliminares . . . . .	16
2.1.1 População . . . . .	16
2.1.2 Desempenho e Indicador de desempenho . . . . .	17
2.1.3 Índice e Coeficientes . . . . .	18
2.2 OBMEP e Tópicos Afins . . . . .	20
2.2.1 A OBMEP . . . . .	20
2.2.2 Tópicos Afins . . . . .	23
2.3 Noções de Estatística . . . . .	25
2.3.1 Subdivisão da Estatística . . . . .	26
2.3.2 População e Amostra . . . . .	27
2.3.3 Tipos de Variáveis . . . . .	27
2.3.4 Tabelas e Gráficos . . . . .	29
2.3.5 Medidas de Tendência Central . . . . .	33
2.3.6 Medidas de Variabilidade . . . . .	35
2.3.7 Distribuição Normal e Escores Padronizados . . . . .	37
2.3.8 Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) . . . . .	37
2.3.9 Correlação e Regressão Linear Simples . . . . .	40

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>45</b>
3.1	Procedimentos . . . . .	45
3.1.1	Coleta de Dados e Populações . . . . .	46
3.1.2	Análise dos dados . . . . .	47
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS DADOS</b>	<b>51</b>
4.1	O desempenho do Piauí na OBMEP com Base no Número de Medalhas . . .	52
4.2	Frequência de Medalhas da OBMEP Conquistadas por Municípios Piauienses	64
4.2.1	Frequência de Medalhas de Ouro Conquistadas por Municípios Piauienses . . . . .	65
4.2.2	Frequência de Medalhas de Prata Conquistadas por Municípios Piauienses . . . . .	67
4.2.3	Frequência de Medalhas de Bronze Conquistadas por Municípios Piauienses . . . . .	69
4.3	Municípios versus População - Medalhistas e Não medalhistas . . . . .	70
4.3.1	Medalhas de Ouro . . . . .	72
4.3.2	Medalhas de Prata . . . . .	73
4.3.3	Medalhas de Bronze . . . . .	73
4.4	Classificação dos Municípios com Medalhas em Todas as Categorias . . . . .	75
4.4.1	Classificação Considerando o Número de Habitantes . . . . .	77
4.5	Comparação com os Estados Brasileiros . . . . .	79
4.5.1	Comparação Considerando o Número de Habitantes . . . . .	81
4.5.2	Comparação com Todas Unidades Federativas . . . . .	83
4.5.3	Comparação Considerando o Número de Habitantes . . . . .	85
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>90</b>
5.1	Considerações Finais . . . . .	92
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>96</b>

**APÊNDICES**

**101**

**ANEXOS**

**116**

## Lista de Figuras

2.1	Ranking de Região Nordeste na OBMEP- 2019 . . . . .	29
2.2	Representação de um Gráfico de Colunas . . . . .	30
2.3	Representação de um Gráfico de Barras . . . . .	31
2.4	Representação de um Gráfico de Setores . . . . .	31
2.5	Representação de um Gráfico de Linhas. . . . .	32
2.6	Representação Esquemática do Box Plot na Posição Vertical. . . . .	32
2.7	Distribuição Normal. . . . .	37
2.8	Representação de uma Tabela em um Diagrama de Dispersão . . . . .	41
2.9	Diagrama de Dispersão, Reta de Regressão e os Desvios (LARSON, 2015, p.454) . . . . .	43
2.10	Tabela com Cálculos Intermediários para a Obtenção de $\beta_0$ e de $\beta_1$ . . . . .	44
4.1	Desempenho do Piauí em Medalhas por Edição . . . . .	53
4.2	Número de Medalhas Obtidas na OBMEP ao Longo dos Anos (2005-2019). . . . .	54
4.3	Participação das Categoria no Número de Medalhas Obtidas na OBMEP. . . . .	54
4.4	Distribuição das Medalhas em Todas Unidades Federativas. . . . .	55
4.5	Crescimento do Número de Medalhas Concedidas no Período 2005 à 2019 . . . . .	57
4.6	Ilustração da Distribuição do $\chi^2$ . . . . .	59
4.7	CDR's do Estado do Piauí ao Longo dos Anos . . . . .	60
4.8	Box Plots das Categoria com a Utilização de CDR's . . . . .	63
4.9	Distribuição de Medalhas nos Municípios-PI (2005-2019), Dados da OBMEP. . . . .	65
4.10	Medalhas de Ouro por Município . . . . .	66
4.11	Mapa com as Mesorregiões de Piauí . . . . .	67

4.12 Medalhas de Prata por Município . . . . .	68
4.13 Municípios x Populações . . . . .	71
4.14 Composição das Categorias . . . . .	71
4.15 Municípios x Populações (Ouro) . . . . .	72
4.16 Municípios x Populações (Prata). . . . .	73
4.17 Municípios x Populações (Bronze). . . . .	74
4.18 Municípios com Medalhas em Todas Categorias . . . . .	76
4.19 IMOH de Performance dos Principais Municípios Medalhistas (2005-2019)	78
4.20 Medalhas Obtidas na OBMEP por Cada Estado Nordeste (2005-2019) .	80
4.21 Evolução dos Estados da Região Nordeste no Período de 2005 a 2019. . . .	81
4.22 Índice de Performance dos Estados Nordestinos (2005-2019) . . . . .	82
4.23 Medalhas Obtidas por Cada Unidade Federativa na OBMEP, 2005-2019 . .	84
4.24 Box Plot das Categorias a Nível Nacional . . . . .	85
4.25 Os 10 Mais do Brasil na OBMEP: Número Populacional Estimado (2019) .	86
4.26 Diagrama de Dispersão e Reta de Regressão das Variáveis Significativas . .	88

## Lista de Tabelas

2.1	Número de Inscritos em Cada Fases da OBMEP (2005 a 2019). . . . .	23
2.2	Faixas de Classificação para os Coeficientes de Variação (%) das Categorias	36
4.1	Distribuição de Medalhas Obtidas na OBMEP pelo Piauí, de 2005 a 2019.	52
4.2	Número de Medalhas Concedidas na OBMEP no Período de 2005 a 2019. .	56
4.3	CDR's do Piauí nas Categorias de Medalhas na OBMEP. . . . .	58
4.4	Coeficientes do Piauí e Totais de Medalhas Concedidos na OBMEP, 2005- 2019 . . . . .	58
4.5	Frequências de Medalhas Conquistadas pelo Piauí na OBMEP, 2005-2019	59
4.6	Resumo do Teste $\chi^2$ . . . . .	59
4.7	Medidas Descritivas das Medalhas por Categoria. . . . .	61
4.8	Média e Coeficientes de Variação . . . . .	62
4.9	Ranking dos 10 Municípios Piauienses na OBMEP, de 2005 a 2019 . . . . .	64
4.10	Distribuição de frequência de Medalhas de Ouro . . . . .	66
4.11	Os 10 Primeiros Municípios na Categoria Medalhas de Prata . . . . .	68
4.12	Os 10 Primeiros na Categoria de Medalhas de Bronze. . . . .	69
4.13	Municípios e População Extraída (2005-2019) . . . . .	70
4.14	Municípios com a População que Eles Representam - Ouro (2005-2019) . .	72
4.15	Municípios com a População que Eles Representam - Prata (2005-2019) . .	73
4.16	Municípios com a População que Eles Representam - Bronze (2005-2019) .	74
4.17	Ranking Piauienses na OBMEP (2005-2019) com Base em Medalhas de Ouro	76
4.18	Ranking dos Municípios Piauienses na OBMEP com Base no IMOH . . . .	77
4.19	Ranking Nordeste: Número Absoluto de Medalhas na OBMEP (2005-2019)	79

4.20	Medidas Descritivas na Região Nordeste por Estado. . . . .	80
4.21	Ranking da Região Nordeste na OBMEP (2005-2019) com Base no IMOH	81
4.22	Ranking dos Medalhas de Todos Estados do Brasil . . . . .	83
4.23	Medidas Descritivas com Base em Todos Estados do Brasil. . . . .	84
4.24	Os 10 Mais do Brasil na OBMEP com Base no IMOH. . . . .	86
4.25	Resumo da Correlação com o Número de Medalhas de Ouro . . . . .	88

# 1 INTRODUÇÃO

O tema escolhido para esta dissertação é a análise dos dados da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), um projeto de nível nacional, voltado para as escolas públicas e privadas brasileiras, realizado pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada - IMPA, com o apoio da Sociedade Brasileira de Matemática – SBM, e promovida com recursos do Ministério da Educação e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. A OBMEP foi criada em 2005 e tem como objetivo principal: estimular o estudo da Matemática e identificar talentos na área. É destinada, de maneira geral, aos alunos do 6º ano do Ensino Fundamental até último ano do Ensino Médio, de escolas públicas municipais, estaduais e federais, e escolas privadas, bem como aos respectivos professores, escolas e secretarias de educação, todos localizados no território brasileiro. Desde de 2005, a OBMEP vem se mostrando como um grande mecanismo de inclusão social e de difusão do ensino de Matemática. Em 2005, foram mais de 10,5 milhões de inscritos na primeira fase da olimpíada e em 2019, esse número contou com mais de 18 milhões de alunos participantes (IMPA, 2020) [1].

A motivação para a escolha desse tema, deu-se devido às experiências de trabalho com projetos como o OMDA (Olimpíadas de Matemática do Darcy Araújo) cujo autor trabalhou com olimpíadas de Matemática em uma escola de tempo integral da rede pública estadual de ensino. No OMDA, verificou-se a relevância de se trabalhar com olimpíadas de Matemática, utilizando-a como estratégia no processo de ensino-aprendizagem dos alunos e isso ajudou a despertar o interesse pela Matemática. Além disso, notícias vinculadas no *site*<sup>1</sup> da OBMEP, nos anos de 2016 e 2017, sinalizavam que o estado Piauí vinha mostrando avanços nas edições da mesma, devido às boas práticas educacionais desenvolvidas no ensino de Matemática realizadas em seus municípios, entre eles, Cocal dos Alves, Água Branca, entre outros.

No entanto, segundo pesquisa feita no período de 2005 a 2016, foram apontados dados estatísticos que indicavam uma significativa desproporção quanto a participação efetiva dos municípios junto à competição, o que implicava numa evidente centralidade medalhística para pouco mais que 30% dos municípios do estado naquele período (SILVA,

---

<sup>1</sup><http://www.obmep.org.br/noticias.DO?id=453> e <http://www.obmep.org.br/noticias.DO?id=508>

2018, p.51) [35].

Segundo Silva (2018), o envolvimento dos municípios piauienses na OBMEP, naquele período (2005-2016), ainda era bastante retraído, mostrando que uma grande parte do estado, ainda não conseguia se destacar na competição, ou seja, que a maior parte do estado não estava conseguindo envolver-se. Os dados compilados em sua pesquisa, segundo o autor, também indicavam um viés ainda mais preocupante, o da centralidade do número de medalhas em duas regiões do Estado. Dos 95 municípios presentes nessas regiões, somente 38 destes eram medalhistas (40%), “se compararmos este quantitativo ao total de municípios do estado (224), veremos que a desproporção encontrada é, indiscutivelmente, grande e preocupante”(SILVA, 2018, p.51) [35].

Diante da perspectiva de investigar o desempenho alcançado pelo Piauí na OBMEP no período de 2005 a 2019, o presente trabalho busca descrever os resultados que podem ser obtidos usando o número de medalhas e a população como variáveis explicativas, de modo a responder algumas questões relativas, mas antes, indaga-se: Que aspectos relevantes do desempenho do Piauí na OBMEP podem ser evidenciados com a utilização de índices e coeficientes auxiliados da variável população? Então, o objetivo geral da pesquisa é buscar, com o auxílio das ferramentas a cima citadas, uma visão consistente do desempenho do Piauí na OBMEP no período de 2005 a 2019 cujo número de medalhas, sozinho, não é capaz mostrar.

Para tanto, foram traçados os seguintes objetivos específicos: encontrar, a partir do número de medalhas, uma maneira mais densa de avaliar o desempenho do Piauí na OBMEP ao longo dos anos; identificar os municípios, cujo desempenho está sendo influenciado pelo número populacional e os municípios onde isso não acontece; comparar o desempenho do estado do Piauí com os demais estados brasileiros, analisando a influência que a população exerce nos rankings: regional e nacional; e identificar quais são as variáveis que mais estão relacionadas com o desempenho na OBMEP.

A partir da hipótese que o desempenho pode está sendo influenciado por algum tipo de variável, além, obviamente, do número de medalhas, parte-se do pressuposto de que existem inúmeras variáveis envolvidas, e que o número de habitantes é uma delas que pode está influenciando o resultado olímpico do estado na competição. Assim, realiza-se uma pesquisa com abordagem quanti-qualitativa, de natureza explicativa, com objetivos descritivos e exploratórios, realizada com procedimentos bibliográficos e levantamento

de dados, sob métodos estatísticos, hipotético-dedutivos e comparativos, que deverá ser validado ou não, através de um teste de hipóteses.

O trabalho em questão está dividido da seguinte maneira:

No Capítulo 1, é feita a apresentação geral da pesquisa. No Capítulo 2, apresentamos os Referenciais Teóricos, este capítulo está dividido em três seções: na primeira seção, apresenta-se alguns conceitos importantes que serão bastante úteis na interpretação dos resultados; na segunda seção, é feita a apresentação da OBMEP e tópicos afins, na terceira seção, conceitos e definições de estatística são apresentados.

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia utilizada, onde serão expostos o passo a passo da pesquisa, desde a abordagem até o processamento, bem como os métodos utilizados e os porquês das escolhas dos métodos na abordagem geral e na específica.

No Capítulo 4, é feita a análise e discussões dos dados coletados, este capítulo é dividido em 5 seções: na primeira seção, será descrito, a partir do número de medalhas, o desempenho temporal do Piauí na OBMEP, desde o surgimento da olimpíada, em 2005, até o ano de 2019; na segunda seção, realiza-se uma discussão sobre como está sendo a distribuição do número de medalhas entre os municípios piauienses, com o objetivo de identificar os municípios e regiões com maior desempenho no estado; na terceira seção, será feito um comparativo entre municípios e populações, com a finalidade de verificar a representatividade da população medalhista em relação aos municípios; na quarta seção, teremos uma classificação dos municípios medalhistas em todas as categorias, com o propósito de ranqueá-los e verificar em quais deles, o desempenho está sendo influenciado pelo número populacional e identificar os municípios onde isso não ocorre; na quinta seção, faz-se um levantamento sobre os dados disponíveis da evolução das unidades federativas na OBMEP, a fim de comparar o desempenho do Estado do Piauí com o desempenho das outras unidades federativas, analisar a influência que sua população (número de habitantes) exerce no ranking regional e nacional, além de identificar quais são as variáveis que mais estão relacionadas com o desempenho na OBMEP, obter o grau de explicação fornecido pela variável população e compará-la com o das outras, a fim de ratificar a escolha da variável. No Capítulo 5, serão feitas as conclusões e considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No meio científico devemos utilizar as palavras de forma bem definida, de forma a não causar ambiguidades, coisa que acontece constantemente em nosso cotidiano. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.160-161) [21],

É importante definir todos os termos que possam dar margem a interpretações errôneas. O uso de termos apropriados, de definições corretas, contribui para a melhor compreensão da realidade observada. Alguns conceitos podem estar perfeitamente ajustados aos objetivos ou aos fatos que eles representam. Outros, todavia, menos usados, podem oferecer ambiguidade de interpretação e ainda há aqueles que precisam ser compreendidos com um significado específico. Muitas vezes, as divergências de certas palavras ou expressões são devidas às teorias ou áreas do conhecimento, que as enfocam sob diferentes aspectos. Por isso, os termos devem ser definidos, esclarecidos, explicitados. [...].

Partindo desse princípio, elaboramos alguns conceitos com intuito de conhecê-los um pouco mais e tentar utilizá-los da melhor maneira possível, atentando para o significado intrínseco que é atribuído a cada termo, de modo a evitar confusão de ideias.

### 2.1 Conceitos Preliminares

Aqui, mostraremos alguns conceitos e definições necessários para um bom entendimento do trabalho como um todo.

#### 2.1.1 População

O primeiro deles é o de população. Segundo o dicionário<sup>1</sup> *online*, **população** significa:

---

<sup>1</sup><https://www.dicio.com.br/populacao/> em 03/07/2020

Pessoas que vivem num lugar determinado: população de um país. [Por Extensão] Quantidade dessas pessoas: não sei a população do Brasil. Conjunto de seres humanos que possuem uma característica particular: população rural. Conjunto de animais ou vegetais que pertencem a uma categoria particular: população equina.

Pelo que percebemos, o conceito de população é bastante amplo e, simplesmente conhecer os conceitos acima, não seriam suficientes para fazer uma boa interpretação, é necessário também saber identificá-los (interpretá-los), pois como vemos, uma população pode estar associada a qualquer coisa. No entanto, quando se está analisando algo, nosso foco é o que determina de fato, a população ideal para nossa análise. A seguir, apresentaremos os conceitos que complementaram a base da análise.

### 2.1.2 Desempenho e Indicador de desempenho

Buscando curiosamente pelos significados dessas palavras, podemos constatar de acordo com o dicionário Aurélio, que o desempenho é algo relacionado com alguma obrigação, como o cumprimento ou exercício de alguma atividade produtiva, a fim de resgatar aquilo que foi empenhado. Enquanto o Indicador de desempenho é um dado estatístico relativo à situação do desempenho (crescimento, nível de produtividade, taxa, etc.)

Para Francischini (2008, p.6) [16] “o desempenho pode ser definido como uma comparação entre o que foi realizado por uma operação em relação à expectativa do cliente ou objetivo do gestor, [...]”. Note que nesse conceito de desempenho, podemos compará-lo a uma avaliação, onde são comparados os resultados alcançados com as metas preestabelecidas. Ainda segundo a autora, podemos conceituar indicadores de desempenho como, “as medidas que mostram a comparação do que foi realizado pela operação em relação a uma expectativa ou objetivo”. Desta forma, podemos entender que indicadores são as medidas que são utilizadas para analisar a situação em processo, no caso, o desempenho.

Para o Tribunal de Contas da União - TCU (BRASIL, 2000, p.9)[6], um indicador de desempenho “é um número, percentagem ou razão que mede um aspecto do desempenho, com o objetivo de comparar esta medida com metas preestabelecidas.” Observe que nesse conceito de indicador, foram explicitadas que algumas medidas que

servirão de suporte para essa pesquisa. Entendemos que medir o desempenho é fundamental para termos uma visão mais concreta dos resultados, podemos com isso estabelecer parâmetros, metas, comparar resultados e muito mais. Formoso e Lantelme (2000) (citado por Codinhoto et al., 2003, p.4)[10], mencionam que “a medição de desempenho tem sido utilizada como fonte de dados que auxiliam o processo de tomada de decisão, ao mesmo tempo em que proporciona dados e informações necessárias para o controle do processo de planejamento”. Daí, concluimos o quanto é importante conhecer as melhores ferramentas e estratégias para medi-lo e tentar visualizá-lo com maior precisão. Para nos auxiliar nessa tarefa, procuramos recorrer a elementos matemáticos que são aparentemente simples, porém, poderosos: **Índices** e **Coefficientes**. Isso é o que versaremos a seguir.

### 2.1.3 Índice e Coeficientes

Os dados estatísticos resultantes da coleta diretamente da fonte e sem nenhuma outra manipulação, a não ser a contagem ou a medida, são chamados de **dados absolutos** (CRESPO, 2016, p. 31, grifo do autor) [12]. Segundo o autor, eles podem até traduzir o valor exato e fiel, mas não têm a virtude de ressaltar de imediato as conclusões numéricas a que se propõe, “daí o uso imprescindível que faz a Estatística dos dados relativos”. Os **dados relativos**, por sua vez, “são resultados de comparações por quociente (razões) que se estabelecem entre dados absolutos e têm por finalidade realçar ou facilitar as comparações entre quantidades”.

Para Crespo (2016, p.34-35, grifo do autor), **os dados relativos** podem ser expresso, de uma maneira geral, por meio de **porcentagens**, **índice**, **taxas** e **coeficientes**. O Autor afirma que o emprego da porcentagem é de grande utilidade quando queremos destacar a participação da parcela no todo e que os **índices** são razões entre duas grandezas, tais que uma não inclui a outra, diferente dos **coeficientes** que são razões entre o número de ocorrências e o número total (número de ocorrências e número de não-ocorrências), onde as taxas são apenas uma outra forma diferente de expressar os coeficientes, que quando multiplicados por uma potência de 10, 100 ou 1000 e etc, tornam o cálculo mais legível.

Para Andrade et al. (2001, p.192, grifo do autor) [4], os **coeficientes** (ou taxas) expressam o “risco” de determinado evento acontecer em determinada população

(que pode ser a população do país, estado, município, etc.). Os autores anteriormente citados, destacam ainda que:

Dessa forma, geralmente, o denominador do coeficiente representa a população exposta ao risco de sofrer o evento que está no numerador. Exceções são o coeficiente de mortalidade infantil—**CMI**—e de mortalidade materna—**CMM**—para os quais o denominador utilizado (nascidos vivos) é uma estimativa tanto do número de menores de 1 ano, como de gestantes, parturientes e puérperas expostos ao risco do evento óbito (ANDRADE et al., 2001).

Segundo Laurenti et al.(1987) (citado por Andrade et al., 2001, p. 192-193, grifo do autor) [4], “é preciso destacar, ainda, a diferença entre **coeficientes** (ou taxas) e **índices**. Índices não expressam uma probabilidade (ou risco) como os coeficientes, pois o que está contido no denominador não está sujeito ao risco de sofrer o evento descrito no numerador”. A rigor, portanto, tanto o Coeficiente de Mortalidade Infantil como o Coeficiente de Mortalidade Materna não são coeficientes, mas sim, índices. Obstante, o termo “coeficiente” já está consolidado para ambos os indicadores (ANDRADE et al., 2001). Note que indicadores que são criados a partir de coeficientes ou índices, podem ser considerados mais adequados para medir o desempenho, pois os mesmos expressam algum tipo de relação entre as variáveis envolvidas.

Neste momento, através das definições operacionais de índice e coeficiente, acreditamos que dispomos de subsídios para trabalhar um novo perfil de desempenho. Aqui, nessa pesquisa, fica acordado que o mesmo poderá ser abordado por indicadores simples, como aqueles que representam o valor atribuído a uma variável, mas seu foco principal está concentrado em indicadores compostos como **índice**, **coeficiente** ou **taxa**, que representam uma relação entre duas ou mais variáveis, em nosso caso, esses indicadores estão restritos a apenas duas: ao número de medalhas e ao número populacional. A seguir, discorreremos sobre a OBMEP, seus objetivos, regras e premiações, e mostraremos de maneira sintetizada, alguns tópicos de trabalhos científicos que estão relacionados ao tema aqui abordado.

## 2.2 OBMEP e Tópicos Afins

Nesta seção será feito um breve histórico da OBMEP, listaremos seus objetivos, programas desenvolvidos, estrutura das provas, bem como suas regras de premiações e números de inscritos em cada fase da competição. Por fim, finalizaremos esta seção com alguns trabalhos que contemplam utilização de índices, coeficientes e a utilização da população como variável resposta para o desempenho.

### 2.2.1 A OBMEP

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) é um projeto nacional dirigido às escolas públicas e privadas brasileiras. É de iniciativa do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), com apoio da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e promovida com recursos do Ministério da Educação (MEC) e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC (IMPA, 2020) [1].

A OBMEP foi criada em 2005 para estimular o estudo da Matemática e identificar talentos na área. Era destinada apenas para alunos das escolas públicas, mas com o passar do tempo sofreu algumas mudanças, entre elas, foi estendida às **escolas particulares** em **2017**, com classificação e premiação de forma separada das escolas públicas, e em 2018, criou a OBMEP nível A, “uma Olimpíada voltada para **alunos do 4º e 5º anos do ensino fundamental das escolas públicas**, teve sua 1ª edição no ano de **2018**, e está prevista para ocorrer no 2º semestre de 2020, no mesmo formato do ano anterior”. Para maiores detalhes, acesse o site da OBMEP<sup>2</sup> (IMPA, 2020, grifo nosso) [1].

De uma maneira geral, a OBMEP é destinada aos alunos do 6º ano do ensino fundamental até último ano do ensino médio, de escolas públicas municipais, estaduais e federais, e escolas privadas, bem como aos respectivos professores, escolas e secretarias de educação, todos localizados no território brasileiro. Em 2019, mais de 18 milhões de alunos participaram da olimpíada. Segundo dados da OBMEP, com o passar do tempo, a competição vem crescendo e com ela, o nível de seus competidores. Na primeira edição em 2005, foram inscritos 10.520.831 alunos na primeira fase, distribuídos em 31.031 escolas, atingindo um total de 93,5% dos municípios brasileiros. Já na sexta edição, em 2010, esses totais subiram para 19.665.928 alunos inscritos na primeira fase, distribuídos em

---

<sup>2</sup>[www.obmep.org.br/informacoesNivelA.DO](http://www.obmep.org.br/informacoesNivelA.DO)

44.717 escolas, atingindo 99,16% dos municípios, e foi a maior alta na competição. De 2011 a 2019, esses valores tiveram leves oscilações entre 17.839.423 a 19.166.372 inscritos na primeira fase (IMPA, 2020) [1].

A OBMEP apresenta, atualmente, os seguintes objetivos:

- Estimular e promover o estudo da Matemática;
- Contribuir para a melhoria da qualidade da educação básica, possibilitando que um maior número de alunos brasileiros possa ter acesso a material didático de qualidade;
- Identificar jovens talentos e incentivar seu ingresso em universidades, nas áreas científicas e tecnológicas;
- Incentivar o aperfeiçoamento dos professores das escolas públicas, contribuindo para a sua valorização profissional;
- Contribuir para a integração das escolas brasileiras com as universidades públicas, os institutos de pesquisa e com as sociedades científicas;
- Promover a inclusão social por meio da difusão do conhecimento.

Listamos alguns programas desenvolvidos ao longo desses anos na OBMEP que possuem relações com seus objetivos.

#### **Programas desenvolvidos:**

- Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC);
- Portal do Saber;
- OBMEP Nível A;
- Banco de Questões e Provas Antigas;
- Portal Clube da Matemática;
- POTI - Polos Olímpicos de Treinamento Intensivo;
- PICME -Programa de Iniciação Científica e Mestrado;
- Programa OBMEP na Escola.

A **Estrutura das Provas**. As provas da OBMEP são realizadas em 2 (duas) fases, sendo a primeira composta por prova objetiva e a segunda composta por prova discursiva, cujas datas estão previstas no calendário oficial da OBMEP. É importante ressaltar que a preparação para as provas pode ser feita através do material didático de apoio elaborado pela IMPA, disponível na página [www.obmep.org.br](http://www.obmep.org.br), na aba Material Didático. E com relação ao tipo de questões propostas nas provas da primeira fase, estas apresentam conteúdos previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Os alunos participantes serão divididos em 4 (quatro) níveis<sup>3</sup>, de acordo com o grau de escolaridade em que estiverem matriculados:

Nível	Grau de escolaridade
A	4º ou 5º ano do Ensino Fundamental
1	6º ou 7º ano do Ensino Fundamental
2	8º ou 9º ano do Ensino Fundamental
3	1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio

**Regras de Premiação.** A premiação dos participantes será baseada exclusivamente nas notas obtidas na Segunda Fase e será determinada a partir do melhor desempenho, seguindo uma ordem decrescente de nota, de acordo com os critérios de premiação do regulamento. Em caso de empate entre alunos será utilizado como critério de desempate, a maior nota obtida por questão nesta ordem: questão 6, questão 5, questão 4, questão 3, questão 2, questão 1. Nesta pesquisa, para efeitos de estudos, listamos apenas algumas regras consideradas pertinentes para este fim. Dentre elas, podemos citar:

- Será concedido entre os alunos participantes um total de 575 medalhas de ouro, 1.725 medalhas de prata, 5.175 medalhas de bronze e até 51.900 menções honrosas, de acordo com os critérios presentes no regulamento. Todos os alunos medalhistas serão convidados a participar do Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC) como incentivo e promoção do desenvolvimento acadêmico dos participantes.
- A premiação dos alunos na OBMEP 2020 será distribuída separadamente entre as escolas públicas e as escolas privadas.
- A premiação dos alunos das escolas públicas compreende critérios que limitam o total de prêmios das escolas públicas seletivas previstos no regulamento.

---

<sup>3</sup>A OBMEP nível A é destinada exclusivamente aos alunos das escolas públicas.

**Números de Inscritos.** A Tabela 2.1 mostra a evolução do número de inscritos na primeira fase da OBMEP, bem como o número de inscritos classificados da primeira para a segunda fase durante ao período de 2005 a 2019.

Tabela 2.1: Número de Inscritos em Cada Fases da OBMEP (2005 a 2019).

Ano	Inscritos na Primeira Fase	Classificados para Segunda Fase
2005	10.520.831	457.725
2006	14.181.705	630.864
2007	17.341.732	780.333
2008	18.326.029	789.998
2009	19.198.710	841.139
2010	19.665.928	863.000
2011	18.720.068	818.566
2012	19.166.371	823.871
2013	18.762.859	954.926
2014	18.192.526	907.446
2015	17.972.333	889.018
2016	17.839.424	913.889
2017	18.240.497	941.630
2018	18.237.996	952.782
2019	18.158.775	949.240
Total	264.525.784	12.514.427

**Fonte:** Autor.

### 2.2.2 Tópicos Afins

Iremos agora discorrer sobre pontos importantes na visão de alguns autores, onde os mesmos mostram a relevância da utilização de coeficientes ou índices com auxílio da variável população.

Sousa e Paiva Jr [14] utilizaram como critérios de comparação entre os desempenhos dos municípios maranhenses, o **IDEB**, que é o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica e o **IMPHA**, denominado por eles, de Índice de Medalhas por Habitantes, que foi calculado através da razão entre o número de medalhas de cada município e o seu total de habitantes. O índice dado por Sousa e Paiva Jr, o IMPHA, é um dado quantitativo que eles utilizaram para sintetizar o cenário de cada município a respeito de seu número de medalhas. Na investigação realizada, comprovaram que a capital São Luís

possui a maior quantidade de medalhas, todavia, o fato que exclui a capital São Luís da análise feita por eles, foi o seu indicador IMPHA, uma vez que esse relaciona o número de medalhas com o total de habitantes, eles apontaram que a capital estava com um indicador de apenas 0,13, bem abaixo do penúltimo colocado no ranking de uma lista das seis cidades maranhenses que foram destaques na OBMEP naquela pesquisa. Durante suas considerações finais frisaram que uma parte essencial para a execução daquele estudo foi a criação do indicador IMPHA, que mostrou a eles as localidades com os melhores índices de medalhas por 1000 habitantes (PESQUISA EM FOCO, 2020, p. 105, grifo nosso) [14].

Na dissertação de Vilarinho (2015), o **índice de desempenho** foi utilizado para ranquear os municípios, onde o mesmo foi dado pelo total de pontos acumulados durante os nove primeiros anos de OBMEP, dividido pelo **total de alunos** selecionados para a segunda fase da mesma. De modo que, a cada cidade ranqueada, foi atribuída uma nota condizente a seu desempenho, onde Dores do Turvo (MG) e Cocal dos Alves (PI) foram os municípios que lideraram o ranking de melhores municípios nos nove primeiros anos de OBMEP (VILARINHO, 2015, p. 24) [38].

No artigo de Mello, Meza e Lacerda (2012), os autores fazem uso da variável população com o auxílio da metodologia não-paramétrica conhecida como Análise por Envoltória de Dados (DEA), e além disso, existem outros trabalhos científicos com abordagem usando o DEA tendo a população como uma das variáveis de entrada. Entre esses trabalhos podemos destacar o de Churilov e Flitman (2006) que utilizaram o DEA para estabelecer um ranking, cujos insumos foram algumas variáveis socioeconômicas (população, PIB, índice DEL e índice IECS) (MELLO et al., 2012, p.21-22, grifo nosso) [25].

Observe que os trabalhos, apresentados acima, mostram um desempenho pautado em desempenhos dinâmicos, onde são inseridos índices com valores bem definidos e sempre acompanhado de pelo menos uma variável independente (variável de entrada), e a variável dependente (variável de saída), o número de medalhas.

Em sua pesquisa, Silva (2018) procurou, analisar o desempenho do estado do Piauí na OBMEP, tendo como parâmetro o **percentual de medalhas** entre os anos de 2005-2016. Nessa pesquisa, algo em especial nos chamou atenção, ao discutir a relação entre quantitativo de medalhas e a abrangência na participação dos municípios do Estado, o percentual de medalhas envolvidas ao ser comparado com o número de municípios, revelou algo que até então ainda não era percebido utilizando somente o número de

medalhas: “uma significativa desproporção quanto a participação efetiva dos municípios junto à competição, o que implica em uma evidente centralidade medalhistas para pouco mais que 30% dos municípios do Estado” (SILVA, 2018, p. 51) [35]. Esse certamente, foi um dos principais motivos que nos motivaram a tentar aprofundar esse tema e não bastando ainda, termos percebido e constatado durante a pesquisa, que se tratava de tema ainda meio escasso e que tem muito a ser explorado.

## 2.3 Noções de Estatística

Em um mundo cada vez mais tecnológico, globalizado, onde as informações são repassadas instantaneamente, através dos mais variados meios, ter um conhecimento mais aprofundado sobre Estatística faz toda a diferença, pois estar exposto a tanta informação, não é garantia de estar sendo bem informado. O conhecimento estatístico é fundamental na vida de todo cidadão, pois o ajuda a desvendar o mundo a sua volta, compreender vários cenários da vida moderna, nos mais variados aspectos: políticos, econômicos, sociais, e etc. Auxiliando-o na análise e interpretação das informações para tomadas de decisões. Para Lopes (1998, p. 19)[23],

Não basta ao cidadão entender as porcentagens expostas em índices estatísticos como o crescimento populacional, taxas de inflação, desemprego, ... é preciso analisar/relacionar criticamente os dados apresentados, questionando/ponderando até mesmo sua veracidade. Assim como não é suficiente ao aluno desenvolver a capacidade de organizar e representar uma coleção de dados, faz-se necessário interpretar e comparar esses dados para tirar conclusões.

Uma análise baseada em dados, não é a melhor, nem a pior, é apenas uma das<sup>4</sup> várias maneiras que dispomos para a tomada de decisões em situações de incerteza. Se o indivíduo tem interesse nisso, conhecer bem Estatística e usá-la de toda maneira possível, ajuda muito. Sendo assim, selecionamos alguns conceitos de Estatística na visão de experientes especialistas no assunto, para tentar ampliar nossa compreensão a respeito do que vem a ser essa importante ferramenta.

“Podemos considerar a Estatística como a ciência que se preocupa com a organização, descrição, análise e interpretação de dados experimentais, visando a tomada

---

<sup>4</sup>Podemos tomar decisões baseadas em: instinto, crenças, valores morais, intuição, etc.

de decisões” (NETO, 2002, p.1) [28].

Segundo Silvestre (2007, p.3) [36], a Estatística é um conjunto de métodos adequados para recolher, explorar, descrever e interpretar conjuntos de dados numéricos.

“A Estatística é uma parte da Matemática que fornece métodos para a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados e para a utilização dos mesmos na tomada de decisões” (CRESPO, 2016, p.13) [12].

### 2.3.1 Subdivisão da Estatística

Extraír informações de dados não é fácil, principalmente quando dispomos de uma quantidade numerosa dos mesmos. Diante dessa situação, procuramos meios de facilitar a análise desses dados, através de conceitos e definições, conhecendo técnicas de organização dos dados para descrever e resumir a representatividade, em termos de quantidade e etc. Iniciaremos com a definição de Estatística Descritiva e Inferência Estatística, para um melhor entendimento.

A **Estatística Descritiva** tem como objetivo descrever e analisar uma determinada população, sem a pretensão de se tirar conclusões de carácter mais genérico. “É a parte da estatística referente à coleta e à tabulação dos dados” (CASTANHEIRA, 2005, p.16)[8]. Ainda na linha de pensamento do autor, podemos dizer que a Estatística Descritiva se apresenta como um número que, descreve sozinho, uma determinada característica de um conjunto de dados, ou seja, é um número que tem a função de resumir e possibilitar a redução dos dados a uma proporção mais fácil de ser interpretada.

Castanheira (2005, p.17, grifo nosso) descreve a **Inferência Estatística** como sendo a parte da estatística que se baseia nos resultados retirados da análise de uma amostra da população, com o propósito de fazer inferências, indução ou estimativa sobre as leis de comportamento da população da qual a amostra foi extraída. Ela está “intimamente” ligada a um processo de generalização a partir de casos particulares, e portanto é a parte da estatística encarregada de fazer conclusões sobre o todo, ou seja, sobre a população. Para o autor, “Inferência Estatística é admitirmos que os resultados obtidos na análise dos dados de uma amostra são válidos para toda a população da qual aquela amostra foi retirada. Consiste em obtermos e generalizarmos conclusões”.

### 2.3.2 População e Amostra

Em nosso dia a dia, como já foi discutido em seção anterior, a palavra população pode ser usada para designar um conjunto de pessoas que vivem numa determinada região ou local, mas em Estatística ela ganha um sentido mais amplo. Segundo Pinheiro et al (2009, p.4) [13], “População (ou Universo) é o conjunto de todos os elementos (pessoas ou objetos) cujas propriedades o pesquisador está interessado em estudar.” Daí, podemos concluir que população é apenas um termo técnico usado para designar um grande conjunto de pessoas, objetos ou coisas com algo em comum. Os elementos de uma população podem expressar propriedades relacionadas com o resultado de uma contagem, atributos qualitativos, medições etc. Por exemplo: número de medalhas conquistadas, os tipos de medalhas (ouro, prata e bronze), tempo de aquisição das medalhas, etc.

Quando o levantamento de uma determinada população é completo, ou seja, contempla todos seus elementos, temos o chamado censo. Numa população infinita ou finita, mas muito grande, torna-se inviável realizar um censo, e nesses casos, o recomendável é considerar uma parcela representativa da população, a chamada amostra.

No geral, podemos dizer que **amostra** é qualquer subconjunto da população. Para Vieira (2011, p.4)[37], “amostra é todo subconjunto de unidades retiradas de uma população para obter a informação desejada”. Vale a pena frisar que a informação que desejamos obter é sobre a população, sendo assim, a seleção de uma amostra deve ser feita de forma coerente, caso contrário, não retratará conclusões corretas sobre a população. Para Gonçalves (1978) [17], “a escolha ‘subjéitiva’ das observações que irão compor a amostra, em geral, produz uma amostra tendenciosa, e pode levar a conclusões completamente equivocadas. Amostras tendenciosas podem ser evitadas se o processo de amostragem for aleatório”.

### 2.3.3 Tipos de Variáveis

Em relação a sua natureza, as variáveis podem ser classificadas em: **Qualitativas** e **Quantitativas**. Segundo Reis (2002, p.7) [33], **Variáveis Quantitativas** são representadas por características que podem ser medidas em uma escala quantitativa, ou seja, apresentam valores numéricos que fazem sentido. Podem ser classificadas em: contínuas ou discretas.

- a) **Variáveis contínuas** são representadas por características mensuráveis que assumem valores em uma escala contínua (na reta real), para as quais valores não-inteiros (com casas decimais) fazem sentido. Normalmente são medidas através de algum instrumento. Por exemplo: altura (régua), tempo (relógio), peso (balança), e etc.
- b) **Variáveis discretas** são representadas por características mensuráveis que podem assumir apenas um número finito ou infinito contável de valores e, assim, somente fazem sentido valores inteiros. Geralmente, são o resultado de contagens. Por exemplo: número de filhos, número de bactérias, número de medalhas de ouro, e etc.

**Variáveis Qualitativas (ou categóricas)** são aquelas que não possuem valores quantitativos, mas, ao contrário, são definidas por várias categorias, ou seja, representam uma classificação dos indivíduos. Podem ser classificadas em: nominais ou ordinais.

- a) **Variável nominais** são aquelas em que não existe ordenação entre as categorias. Por exemplo: sexo, cor dos olhos, doente/sadio, medalhistas/não medalhistas, e etc.
- b) **Variáveis ordinais** são aquelas em que existe uma ordenação entre as categorias. Por exemplo: escolaridade (1º, 2º, 3º graus), estágio da doença (inicial, intermediário, terminal), categorias de medalhas (ouro, prata, bronze), e etc.

Obs.: devemos ficar atentos a algumas situações inusitadas que podemos encontrar em se tratando de classificar uma determinada variável, segundo o autor,

Uma variável originalmente quantitativa pode ser coletada de forma qualitativa. Por exemplo, a variável idade, medida em anos completos, é quantitativa (contínua); mas, se for informada apenas a faixa etária (0 a 5 anos, 6 a 10 anos, etc...), é qualitativa (ordinal). Outro exemplo é o peso dos lutadores de boxe, uma variável quantitativa (contínua) se trabalhamos com o valor obtido na balança, mas qualitativa (ordinal) se o classificarmos nas categorias do boxe (peso-pena, peso-leve, peso-pesado, etc.). Outro ponto importante é que nem sempre uma variável representada por números é quantitativa. O número do telefone de uma pessoa, o número da casa, o número de sua identidade. Às vezes o sexo do indivíduo é registrado na planilha de dados como 1 se macho e 2 se fêmea, por exemplo. Isto não significa que a variável sexo passou a ser quantitativa! (REIS, 2002, p.7) [33].

### 2.3.4 Tabelas e Gráficos

Os dados obtidos pelos tipos de variáveis possuem características diferentes e devem receber um olhar diferenciado. Portanto, estudaremos aqui algumas ferramentas (tabelas e gráficos) consideradas mais adequadas para cada situação, dependendo do tipo de variável estudada.

#### Tabela

Para proporcionar uma melhor organização e facilitar a análise de dados, podemos fazer uso de tabelas. Os dados numéricos são as principais informações de uma tabela e que os outros dados que a compõe apenas os complementam e os explicam, trazendo consigo clareza de conteúdo mínimo, indispensável para o seu bom entendimento, daí a sua importância estar associada à organização e facilidade de tornar as informações mais fáceis de serem compreendidas.

De acordo com as **Normas de Apresentação Tabular** (1993, p.9) [19], uma tabela é definida como a “forma não discursiva de apresentar informações, das quais o dado numérico se destaca como informação central.” Podemos ainda dizer que “uma tabela consiste em dados dispostos em linhas e colunas distribuídas de modo ordenado, com a vantagem de exibir em um só local todos os resultados obtidos em determinada pesquisa, facilitando a possibilidade de análise e interpretação desses resultados” (CASTANHEIRA, 2005, p.19) [8].

Na ilustração a seguir, apresentamos um exemplo de tabela com os principais elementos<sup>5</sup>, de acordo com as Norma de Apresentação Tabular.

N	ESTADO	OURO
1º	CEARÁ	306
2º	PERNAMBUCO	199
3º	BAHIA	199
4º	PIAUI	100
5º	RIO GRANDE DO NORTE	64
6º	PARAIBA	51
7º	ALAGOAS	21
8º	MARANHAO	19
9º	SERGIPE	13
	TOTAL	972

Fonte: Autor

Figura 2.1: Ranking de Região Nordeste na OBMEP- 2019

<sup>5</sup>Maiores detalhes na página: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>

## Gráfico

A partir de tabelas, podemos construir gráficos que serão muito úteis, pois irão facilitar a visualização do comportamento das variáveis em estudo. Nesse sentido, Amaro [2], ressalta que:

A motivação do gráfico foi e é, sem dúvida, tornar mais fácil o processo de percepção. Foi este o argumento que gerou os primeiros gráficos e que promoveu (e ainda promove) a sua evolução. Há, portanto, algumas regras simples - decorrentes de uma lei natural - que devem ser seguidas quando se pretende transmitir a alguém o conteúdo de uma base de conhecimento/dados: a organização, a simplicidade, a parcimônia, a clareza e a autonomia ( AMARO, 2009, p.15) [2]

De uma maneira geral, os gráficos transmitem informações de uma forma mais instantânea do que as tabelas. No entanto, para fazê-los, devemos seguir algumas normas adotadas para a sua apresentação, que se baseiam nas recomendações do **IBGE** e **ABNT NBR 14724/2011**. De acordo com Vieira [37], “todo gráfico deve apresentar título e escala. O título deve ser colocado abaixo do gráfico. As escalas devem crescer da esquerda para a direita e de baixo para cima. As legendas explicativas devem ser colocadas, de preferência, à direita do gráfico” (VIEIRA, 2011, p.49) [37]. Apresentamos a seguir os principais tipos de gráficos que iremos utilizar em nossa pesquisa:

### Exemplo 2.3.1. Gráfico de Colunas

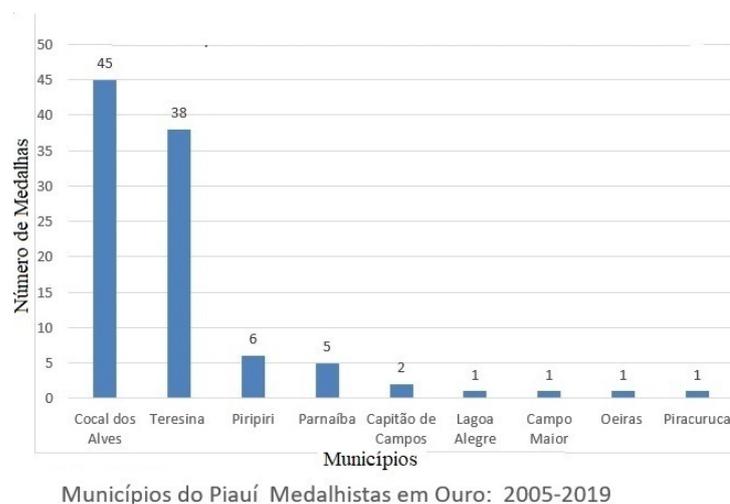
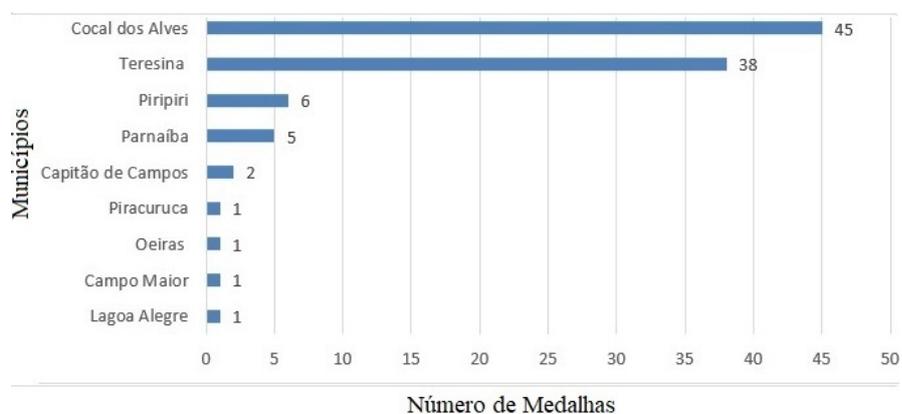


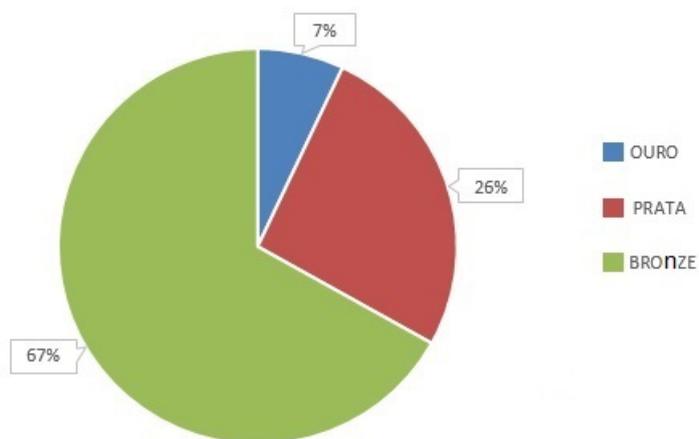
Figura 2.2: Representação de um Gráfico de Colunas

**Exemplo 2.3.2. Gráfico de Barras**

Municípios do Piauí Medalhistas em Ouro: 2005-2019

Fonte: OBMEP

Figura 2.3: Representação de um Gráfico de Barras

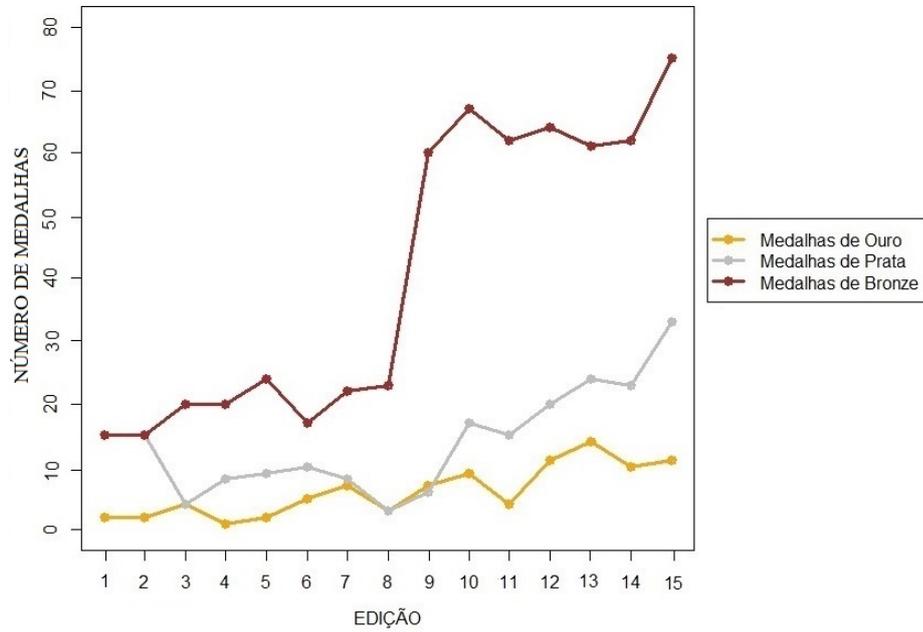
**Exemplo 2.3.3. Gráfico de Setores**

Desempenho do Piauí na OBMEP em 2019

Fonte: OBMEP

Figura 2.4: Representação de um Gráfico de Setores

**Exemplo 2.3.4.** Gráfico de Linhas



**Desenvolvimento do Piauí em medalhas por edição**

Fonte: OBMEP

Figura 2.5: Representação de um Gráfico de Linhas.

**Exemplo 2.3.5.** Box Plot

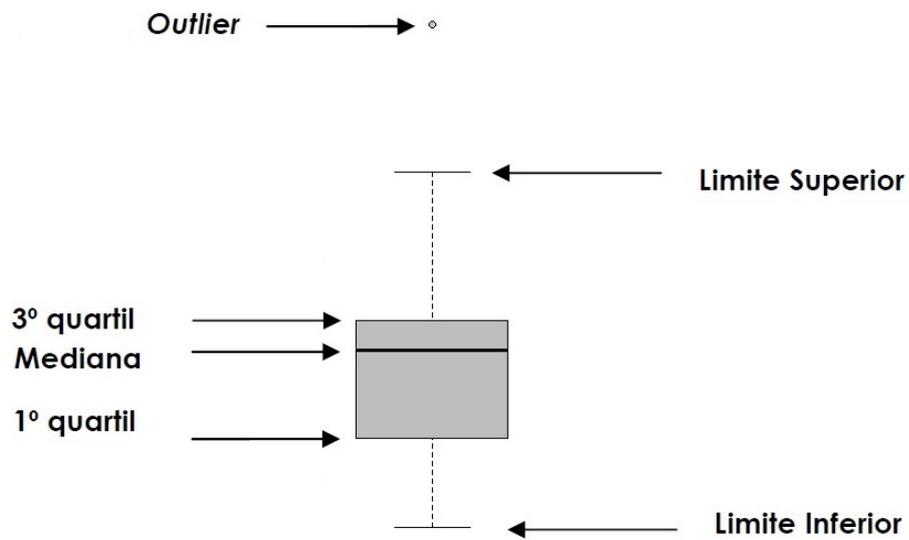


Figura 2.6: Representação Esquemática do Box Plot na Posição Vertical.

### 2.3.5 Medidas de Tendência Central

Muitas vezes numa pesquisa, temos interesse em representar um conjunto de valores por um único valor típico da variável. Para isso devemos escolher um valor que represente bem todos outros, que tenham uma localização tendendo ao centro do conjunto. As medidas, que usamos para encontrar o valor central ou valor típico da variável, são chamadas de **Medidas de Tendência Central** ou Medidas de Localização.

Existem três medidas que podemos usar para descrever a localização de um conjunto de valores: a **Média Aritmética**, a **Mediana** e a **Moda**. Essas três ferramentas estatísticas nos auxiliarão no resumo dos dados e na tomada de decisões.

#### Média Aritmética Simples

A média aritmética simples, a medida de posição mais utilizada no nosso dia a dia, que em nossos estudos chamaremos apenas de média é a soma das observações dividida pelo número delas (BUSSAB e MORETTIN, 2017, p.40) [27]. É usada para o resumo de dados, apresentando-se como o valor que todos deveriam ser se todos os valores fossem iguais, ou seja, a média pode substituir todos os valores preservando a soma dos mesmos. A média simples de uma lista de  $n$  números é definida por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (2.1)$$

**Exemplo 2.3.6.** A média aritmética dos números 100, 228 e 667 é

$$\frac{100 + 228 + 667}{3} = 331,67.$$

#### Mediana

A mediana é definida como a realização que ocupa a posição central da série de observações, quando estão ordenadas em ordem crescente ou decrescente. De modo geral, a mediana é usada quando os valores observados apresentam uma distribuição de frequência assimétrica, ou ainda quando o conjunto de dados possui alguns valores muito mais altos ou muito mais baixos que os outros. A mediana ( $md$ ) de uma série ordenada

é definida por:

$$md = \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})}, & \text{se } n \text{ ímpar;} \\ \frac{x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)}}{2}, & \text{se } n \text{ par.} \end{cases} \quad (2.2)$$

**Exemplo 2.3.7. (Quando  $n$  for ímpar)** Um aluno tirou as seguintes notas em sete provas de uma determinada disciplina: 7, 4, 1, 8, 2, 3 e 9.

Colocando em ordem crescente as notas, obtemos  $1 < 2 < 3 < 4 < 7 < 8 < 9$ .

A mediana é o valor que se encontra no centro dessa sequência, ou seja, 4.

**Exemplo 2.3.8. (Quando  $n$  for par)** Uma aluna tirou as seguintes notas em seis provas da disciplina de Estatística: 10, 8, 4, 2, 9 e 1.

Colocando em ordem crescente as notas, obtemos  $1 < 2 < 4 < 8 < 9 < 10$ .

Note que, neste exemplo, os dois termos centrais são 4 e 8. Portanto, a Mediana desse conjunto de observações é a Média Aritmética das duas observações centrais, ou seja,

$$\frac{4 + 8}{2} = 6.$$

## Moda

É definida como o valor mais frequente de um conjunto de observações. A moda é mais utilizada quando temos interesse em saber o que está ocorrendo com maior frequência ou quando o conjunto de observações não é representado por dados numéricos. “Esta medida é especialmente útil para reduzir a informação de um conjunto de dados qualitativos, apresentados sob a forma de nomes ou categorias” (MORAIS, 2002, p.12) [26].

**Exemplo 2.3.9.** Oito pequenos produtores participaram de uma pesquisa que desejava saber qual era o produto mais cultivado em suas plantações. O resultado foi o seguinte:  $A = \{\text{arroz, soja, arroz, laranja, café, arroz, fumo, arroz}\}$ .

Pela sequência acima, percebemos que a moda é produzir arroz, pois é o produto que aparece mais vezes.

**Exemplo 2.3.10.** O Clube de Regatas do Flamengo em determinado campeonato de futebol fez, em oito partidas, a seguinte quantidade de gols: 3, 2, 3, 1, 3, 3, 0 e 3.

Na sequência acima, vemos que a moda é 3 gols, pois é o valor que aparece com mais frequência. Em alguns casos, pode existir mais de uma moda, ou seja, a distribuição dos valores pode ser bimodal, multimodais. E em outros casos pode até não existir moda, nesses casos, dizemos que a distribuição é amodal.

### 2.3.6 Medidas de Variabilidade

Quando representamos um conjunto de dados por uma única medida de tendência central, corremos o risco de perdemos informações relevantes, tais como, informações sobre sua variabilidade. Sendo assim, é conveniente que tenhamos em mãos, medidas que sumariem tal variabilidade, que possibilitem comparar essa variação em torno da média ou da mediana. Essas medidas são conhecidas como **Medida de Variabilidade** ou **Medidas de Dispersão**.

As medidas de variabilidade mais usadas são:

- a) **Amplitude Total**, denotada por  $a_t$ , fornece uma ideia de variação e consiste na diferença entre o valor máximo e o valor mínimo da distribuição. Assim temos:

$$a_t = \text{Máximo} - \text{Mínimo} \quad (2.3)$$

- b) **Amplitude Interquartílica**, denotada por  $a_q$ , fornece uma ideia de variação e consiste na diferença entre o valor do terceiro quartil ( $Q_3$ ) e o valor do primeiro quartil ( $Q_1$ ). Assim temos:

$$a_q = Q_3 - Q_1 \quad (2.4)$$

- c) **Variância**, denotada por  $\sigma^2$ , e definida como sendo a média aritmética dos quadrados dos desvios em relação à média aritmética dos dados, ou seja,

$$\sigma^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.5)$$

- d) **Desvio Padrão**, denotada por  $\sigma$ , surge com o propósito de resolver o problema de interpretação da variância, em termos de unidades de medida, e é definido como a raiz quadrada da variância, ou seja,

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.6)$$

- e) **Coefficiente de Variação**, denotada por  $CV$ , é uma medida muito utilizada quando temos interesse em comparar a variabilidade de diferentes conjuntos de dados medidos em escalas diferentes. É definido como a razão entre o desvio-padrão e a média.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 \quad (2.7)$$

“quanto menor o Coeficiente de Variação de um conjunto de dados, menor é a sua variabilidade. O Coeficiente de Variação expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão” (REIS, 2002, p.42).

Para adaptarmos à nossa análise e torná-la mais detalhada a respeito do coeficiente, elaboramos uma faixa de classificação para os coeficientes de variação (%) das categorias: ouro, prata e bronze, segundo Costa (2002) [11].

Tabela 2.2: Faixas de Classificação para os Coeficientes de Variação (%) das Categorias

Categoria	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Ouro	$CV \leq 0,70$	$0,70 < CV \leq 11,80$	$11,80 < CV \leq 17,33$	$CV > 17,33$
Prata	$CV \leq 5,74$	$5,47 < CV \leq 21,03$	$21,03 < CV \leq 28,80$	$CV > 28,80$
Bronze	$CV \leq 9,04$	$9,04 < CV \leq 76,45$	$76,45 < CV \leq 110,16$	$CV > 110,16$

Segundo Tukey (1977), Hoaglin et al.(1983) e Blanxart et al. (1992) (citado por Costa, 2002, p.244-245)[11],

O método para definição das faixas de classificação de coeficientes de variação baseou-se no uso da mediana ( $Md$ ) e do pseudo-sigma ( $PS$ ), medidas estas mais resistentes que a média e o desvio-padrão. Os intervalos de coeficientes de variação foram então definidos da seguinte forma:

$$\text{Baixo} = CV \leq (Md - PS)$$

$$\text{Médio} = (Md - 1PS) < CV \leq (Md + 1PS)$$

$$\text{Alto} = (Md + 1PS) < CV \leq (Md + 2PS)$$

$$\text{Muito Alto} = CV \geq (MD + 2PS)$$

onde:  $Md = (Q_1 + Q_3)/2$  é a mediana dos coeficientes de variação para  $Q_1$ ,  $Q_3$  primeiro e terceiro quartil respectivamente, os quais delimitam 25% de cada extremidade da distribuição e,  $PS = IQR/1,35$  é o pseudosigma para  $IQR$ <sup>6</sup>,

<sup>6</sup>O valor 1,35 é obtido a partir da distribuição normal e corresponde à distância entre  $Q_1$  e  $Q_3$  da mesma.

amplitude interquartílica, medida resistente que indica o quanto os dados estão distanciados da mediana.

### 2.3.7 Distribuição Normal e Escores Padronizados

Uma distribuição é dita simétrica quando a média, mediana e a moda coincidem. É uma das ferramentas mais importantes para estudos de probabilidade e inferência. Possui como parâmetros a média e desvio padrão. É conhecida como curva de Gauss ou curva em forma de sino, como a curva simétrica da Figura 2.7.

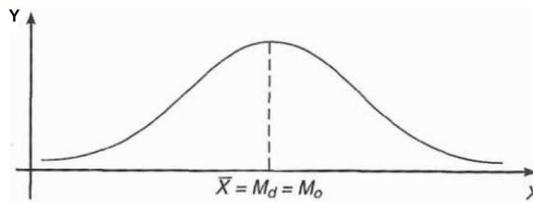


Figura 2.7: Distribuição Normal.

Em uma distribuição normal o desvio padrão tem um caráter especial, pois determina a distância de um ponto qualquer dentro da distribuição até a média. Esta distância é dada em escores padronizados. Esses escores são medidas que nos permitem fazer comparações entre valores de variáveis medidas em escalas diferentes. O escore padronizado mede a distância do escore original à média em número de desvios padrão (REIS, 2002, p.51) [33]. É calculado da seguinte forma :

$$\text{Escore Padronizado} = \frac{\text{Escore Original} - \text{Média}}{\text{Desvio Padrão}} \quad (2.8)$$

Em um conjunto de escores padronizados temos a média igual a zero e desvio padrão igual a 1.

### 2.3.8 Teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ )

O Teste Qui-quadrado é um teste não paramétrico, unilateral à direita, muito utilizado em pesquisas estatísticas que desejam fazer comparações entre frequências de amostras aleatórias e independentes. Sua distribuição utiliza como parâmetro o número de graus de liberdades ou classes independentes, podendo o mesmo ser utilizado para dados nominais ou ordinais. A seguir, discorreremos sobre o teste com base em dois critérios: Aderência e Independência

### Teste do Qui-quadrado de Aderência

É o teste que usa a distribuição qui-quadrado com as contagens de frequências observadas e as contagens de frequências esperadas. Segundo Piana (2009)[31], essa estatística de teste é usada quando queremos verificar se as diferenças entre as frequências observadas e esperadas de uma variável qualitativa são reais ou casuais. Essa estatística é denotada por  $\chi^2$  e definida da seguinte maneira, segundo Bussab e Morettin (2017, p.82)[27].

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \quad (2.9)$$

onde:

$O_i$  é a frequência observada da classe  $i$ ;

$E_i$  é a frequência esperada da classe  $i$ ;

$k$  é o número total de classes da variável;

$k - 1$  é o número de graus de liberdade (gl) ou classes independentes.

As hipóteses do teste são:

$H_0$ : não há diferença significativa entre as frequências observadas e as frequências esperadas.

$H_1$ : há diferença significativa entre as frequências observadas e as frequências esperadas.

**Critério de Decisão:** se  $\chi_{obs}^2 < \chi_{crítico}^2$ , aceitamos  $H_0$ , caso contrário, rejeitamos  $H_0$ , ou seja, aceitamos  $H_1$  para um nível de significância  $\alpha$  fixado.

Obs.:  $\chi_{obs}^2$  é calculado segundo fórmula 2.9 e  $\chi_{crítico}^2$  é encontrado na tabela de Distribuição do Qui-quadrado, conforme os graus de liberdade e nível de significância  $\alpha$ .

### Teste de Associação do Qui-quadrado (Independência)

O teste apresentado aqui supõe a existência de duas variáveis  $X$  e  $Y$  classificadas como categóricas, obtendo-se uma tabela de dupla entrada.

É um método que permite testar a significância da associação entre duas variáveis qualitativas, cujas frequências estão dispostas em uma tabela de contingências (BARBETTA, 2002, p.246)[5]. A estatística usará uma versão da fórmula 2.9, cuja nota-

ção é dada por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad (2.10)$$

e que terá sob  $H_0$  uma distribuição qui-quadrado com  $gl = (l-1)(c-1)$ , onde  $l$  é o número de linhas da tabela e  $c$  é o número de colunas. Rejeitamos  $H_0$  se o valor observado da estatística for maior que valor crítico da tabela de distribuição do  $\chi^2$ , fixado um valor para o nível de significância  $\alpha$ . Veja um exemplo!

**Exemplo 2.3.11.** Vamos supor que gostaríamos de verificar se os alunos (homens e mulheres) têm preferência por alguma das olimpíadas de Matemática: OBMEP ou OBM.

Qual a olimpíada de Matemática favorita?

ALUNOS	OBMEP	OBM	TOTAL
HOMENS	30	20	50
MULHERES	22	28	50
TOTAL	52	48	100

Fonte: Fictícia

Hipóteses a serem testadas:

$H_0$ : As variáveis são independentes.

$H_1$  : Existe associação entre as variáveis.

As frequências esperadas ( $E_{ij}$ ) podem ser calculadas para cada célula da seguinte maneira: multiplicando-se o total das frequências observadas das linhas pelo total das frequências observadas das colunas e em seguida, dividindo-se o resultado pelo total geral das frequências, ou seja,

$$E = \frac{(\text{total da linha})(\text{total da coluna})}{\text{total geral}} \quad (2.11)$$

Sendo assim, temos:  $E_{11} = \frac{50 \times 52}{100} = 26$ ,  $E_{12} = \frac{50 \times 48}{100} = 24$ ,  $E_{21} = \frac{50 \times 52}{100} = 26$  e  $E_{22} = \frac{50 \times 48}{100} = 24$ . E daí, temos a seguinte tabela de valores esperados:

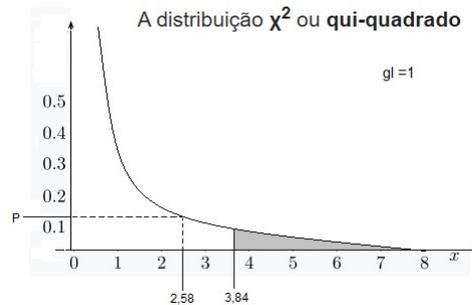
Valores esperados:		
ALUNOS	OBMEP	OBM
HOMENS	26	24
MULHERES	26	24

Aplicando a fórmula 2.10, temos:

$\chi^2 = \frac{(30 - 26)^2}{26} + \frac{(20 - 24)^2}{24} + \frac{(22 - 26)^2}{26} + \frac{(28 - 24)^2}{24} = 2,58$ . E agora calculamos os graus de liberdade e temos:

$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1$ , consultando a tabela de distribuição do  $\chi^2$  com  $\alpha = 0,05$ , temos  $\chi_{crítico}^2 = 3,84$ .

### Interpretação do resultado:



Como  $2,58 < 3,84$ , concluímos que o valor<sup>7</sup>-p é tal que  $20\% > P > 10\% > \alpha$  e aceitamos  $H_0$ , isto é, aceitamos a independência entre as variáveis tipo de olimpíada e gênero ou ainda não existe diferença entre homens e mulheres quando se trata de preferência de olimpíadas de Matemática ao nível de 5% de significância

Obs.: O Teste Qui-quadrado de Independência está sujeito a algumas restrições que devem ser observadas sempre que ele for utilizado, uma delas é garantir que nenhum dos valores esperados seja menor que 5, pois isso pode tornar o teste ineficiente.

### 2.3.9 Correlação e Regressão Linear Simples

**Correlação** é o instrumento adequado para descobrir e medir a relação estatística que pode existir entre as variáveis estudadas (CRESPO, 2016, p.148) [12]. Uma vez estabelecida a relação entre as variáveis, devemos descobrir uma função matemática que expresse essa relação. A **regressão** é o instrumento adequado para nos auxiliar na determinação dos parâmetros dessa função. “Essa é uma ferramenta bastante útil porque nos permite ir um passo além dos dados que de fato temos” (FIELD, 2009, p.157) [15].

Para efeito de estudos iremos nos restringir a apenas às relações entre duas variáveis, correlações simples.

<sup>7</sup>valor-p é o menor nível de significância com que se rejeitaria a hipótese nula.

## Diagrama de Dispersão

É a representação das observações de duas variáveis  $X$  e  $Y$  em um sistema coordenado cartesiano ortogonal, onde os pares  $(x_i, y_i)$  de observações dessas respectivas variáveis, representam uma nuvem de pontos.

Este tipo de diagrama permite verificar se existe ou não uma associação entre as variáveis quantitativas, bem com sua intensidade (se é forte ou se é fraca) e se há valores atípicos, valores repetidos. Quanto mais alinhados os pontos, mais intensa é a relação entre as variáveis e quanto mais dispersos (desalinhados) os pontos, mais fraca é a relação.

**Exemplo 2.3.12.** Considere a tabela abaixo que mostra o número de medalhas de ouro em cada edição da OBMEP no Estado do Piauí de 2005 a 2019.

Piauí conquista 100 medalhas de ouro na OBMEP (2005 à 2019)

Edições	Número de Medalhas
1	2
2	2
3	4
4	1
5	2
6	5
7	7
8	3
9	7
10	9
11	4
12	11
13	17
14	15
15	11

Fonte: OBMEP

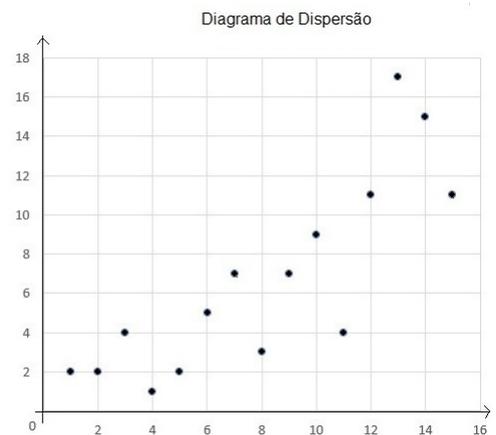
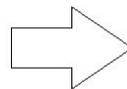


Figura 2.8: Representação de uma Tabela em um Diagrama de Dispersão

## Coefficiente de correlação

Na Figura 2.8 do Exemplo 2.3.12, observamos que, parece haver uma associação entre as duas variáveis do conjunto de dados, pois a medida que acontece as edições a cada ano, aumenta o número de medalhas conquistadas. Mas perceber isso não basta, precisamos quantificar essa associação.

Existem vários tipos de associação e a mais simples é a linear, que usa um quantificador chamado de **Coefficiente de Correlação Produto-Momento de Pearson** ou simplesmente, Coeficiente de Correlação. Segundo Bussab e Morettin (2017, p.90)[27], o coeficiente de correlação entre duas variáveis é uma medida do grau de asso-

ciação que existe entre elas e também da proximidade dos dados a uma reta. Para Larson (2015, p.442)[22] é “uma medida da força e da direção de uma relação linear entre duas variáveis”.

O coeficiente de correlação pode variar num intervalo finito, mais precisamente, de  $-1$  a  $+1$  e, normalmente, é representado pela letra “ $r$ ”, onde:

- $r = 1$ : significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra também aumenta.
- $r = -1$ : significa uma correlação perfeita negativa entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra diminui.
- $r = 0$ : significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. Porém, pode existir outro tipo de dependência entre as variáveis. Sendo assim, o resultado  $r = 0$ , deve ser averiguado cautelosamente por outros meios.

Quanto mais próximo de zero é o valor de  $r$  mais fraca é associação entre as variáveis e quanto mais próximo dos extremos ( $-1$  e  $+1$ ), mais forte é.

Matematicamente, podemos dizer que  $r$  (o coeficiente de correlação) é a média dos produtos dos valores padronizados das variáveis, ou seja,

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{dp(X)} \right) \left( \frac{y_i - \bar{y}}{dp(Y)} \right) = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - n\bar{x}^2)(\sum y_i^2 - n\bar{y}^2)}} \quad (2.12)$$

Obs.:  $r^2$  é o Coeficiente de Determinação, ele representa o percentual de variação nos valores previstos que podem ser explicados pelo modelo de regressão (FIELD, 2009, p.643).

A fim tentar compreender um pouco o desempenho das unidades federativas, em especial do Piauí, utilizaremos esse coeficiente para analisar a correlação do número de medalhas de ouro com algumas variáveis dummies, cuja fórmula também pode ser dada por:

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2.13)$$

em que  $n$  é o número de pares de dados (LARSON, 2015, p.442) [22].

## Retas de regressão

Após detectar que existe uma correlação linear significativas entre as variáveis em estudo, devemos determinar a equação da reta que melhor se adéqua aos dados. Para isso, o critério exigido é que devemos encontrar a reta para a qual a soma dos quadrados de todos os resíduos é um mínimo (LARSON , 2015, p.454). Sua equação pode ser utilizada para prever os valores da variável de saída, para um dado valor de x.

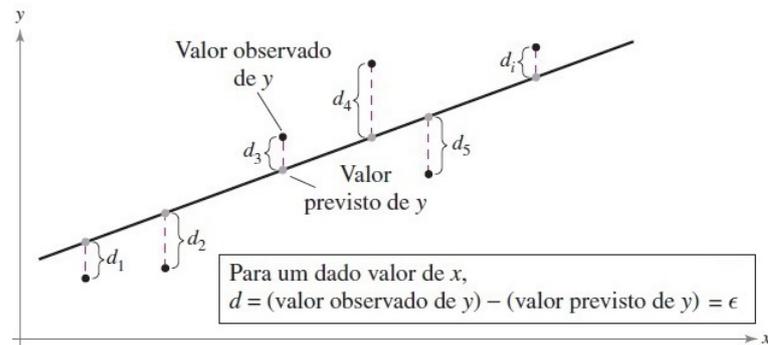


Figura 2.9: Diagrama de Dispersão, Reta de Regressão e os Desvios (LARSON, 2015, p.454)

Genericamente, o modelo de reta acima podem ser representado pela equação matemática  $\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$ , que pode ser reescrita da seguinte forma:  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i$  e é conhecida como a reta de regressão, onde  $x_i$  é a i-ésima variável previsora e  $y_i$ , a variável de saída ou resultado que está associado à variável previsora (FIELD, 2009, p.222)[15]. Os valores de  $\beta_0$  (*intercepto*) e  $\beta_1$  (*gradiente*) são os coeficientes de regressão da reta e  $\epsilon_i$  é o resíduo ou erro cometido aleatoriamente ao tentar estimar o valor de  $y_i$  em função de  $x_i$  na equação modelo. O valor de  $\epsilon_i$  pode ser calculado da seguinte forma:

$$\epsilon_i = y_i - \hat{y}_i, \quad i = \{1, 2, 3, \dots, n\}.$$

Onde  $\epsilon_i$  é o erro aleatório,  $y_i$  é o valor observado em Y,  $\hat{y}_i$  é o valor estimado e  $n$  é o número de observações.

Agora vejamos como calcular, através de fórmulas, os valores dos coeficientes de regressão  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , segundo Viera (2011, p.138) [37]:

$$\beta_1 = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{\sum(x_i y_i) - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}} = \frac{n \sum(x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.14)$$

e

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X} = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} = \frac{\sum y_i - \beta_1 \sum x_i}{n} \quad (2.15)$$

Onde  $\bar{Y}$  e  $\bar{X}$  correspondem as médias das variáveis  $Y$  e  $X$ , respectivamente.

**Exemplo 2.3.13. Aplicação:** Calcular a reta de regressão para o diagrama de dispersão da Figura 2.3.12, onde  $X$  representa o número da edição e  $Y$  representa o número de medalhas, sabendo que  $r$  foi calculado e é igual a 0,833.

x	y	x <sup>2</sup>	xy	y <sup>2</sup>
1	2	1	2	4
2	2	4	4	4
3	4	9	12	16
4	1	16	4	1
5	2	25	10	4
6	5	36	30	25
7	7	49	49	49
8	3	64	24	9
9	7	81	63	49
10	9	100	90	81
11	4	121	44	16
12	11	144	132	121
13	17	169	221	289
14	15	196	210	225
15	11	225	165	121
120	100	1240	1060	1014

Figura 2.10: Tabela com Cálculos Intermediários para a Obtenção de  $\beta_0$  e de  $\beta_1$

Aplicando as fórmulas 2.14 e 2.15, obtém-se:

$$\beta_1 = \frac{15 \times 1.060 - 120 \times 100}{15 \times 1.240 - 120^2} = \frac{15.900 - 12.000}{18.600 - 14.400} = \frac{3.900}{4.200} \cong 0,929$$

e

$$\beta_0 = \frac{100 - 0,929 \times 120}{15} = \frac{100 - 111,48}{15} = \frac{-11,48}{15} \cong -0,765$$

Sendo assim, a reta de regressão linear encontrada é  $\hat{Y} = -0,765 + 0,929X$ .

A seguir, descreveremos os procedimentos a serem seguidos na realização da metodologia da pesquisa.

## 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa se configura em uma pesquisa quanti-qualitativa, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.69-70) [32], esse tipo de abordagem considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Para essa análise, vamos requerer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.).

### 3.1 Procedimentos

De uma maneira geral, a pesquisa caracteriza-se, pela coleta de dados direta na fonte, seguida de uma análise quantitativa para obter conclusão sobre os dados coletados. Para Gil (2002, p.50, grifo nosso) [7], essa pesquisa pode ser classificada quanto aos procedimentos como de **levantamento**, pois “basicamente, procede-se à solicitação informações a um grupo significativo de pessoas a cerca de um problema estudado para, em seguida, mediante pesquisa quantitativa, obterem-se conclusões correspondentes aos dados coletados”. O autor ainda complementa que,

Na maioria dos levantamentos, não são pesquisados todos os integrantes da população estudada. Antes seleciona-se, mediante procedimentos estatísticos, urna amostra significativa de todo o universo, que é tomada como objeto de investigação. As conclusões obtidas com base nessa amostra são projetadas para a totalidade do universo, levando em consideração a margem de erro, que é obtida mediante cálculos estatísticos (GIL, 2002, p.51) [7]

Em nosso caso, não há necessidade de se trabalhar com amostragem, pois o levantamento recolherá informações de todos integrantes do universo pesquisado, e trabalharemos com as populações.

### 3.1.1 Coleta de Dados e Populações

O instrumento de coleta de dados nesta pesquisa consiste em levantamentos estatísticos, onde os mesmos estão listados logo abaixo com suas respectivas populações a serem consideradas e extraídas dos *sites* oficiais de cada instituição. Os levantamentos que nos referimos correspondem:

- a) ao número de medalhas conquistado pelo Piauí na OBMEP durante o período de 2005 à 20019/ número de medalhas concedidas no mesmo período/ número de medalhas conquistadas por cada unidade da federativa, devem ser extraídos do *site* oficial da OBMEP<sup>1</sup>.
- b) ao número populacional dos municípios piauienses, bem como para todas as unidades federativas, todos extraídos do *site* IBGE<sup>2</sup>.
- c) ao número de matrículas na Educação Básica<sup>3</sup>, PIB, IDH e IDEB<sup>4</sup>, também devem ser extraídos do *site* do IBGE<sup>2</sup>, e devem estar relacionados aos municípios piauienses e às 27 unidades federativas do Brasil.

Na elaboração desses Levantamentos, procuraremos investigar a performance (desempenho) dos municípios piauienses e do próprio Piauí como um todo na OBMEP no período de 2005 a 2019, com base no número de medalhas conquistadas, seguindo como principal, o número de medalhas de ouro, seguidas das medalhas de prata e das medalhas de bronze. Tendo como objetivo, ressaltar aspectos desse desempenho. Para isso empregaremos algumas as ferramentas estatísticas tradicionais, em especial, coeficientes e índices, além do número populacional de cada município piauiense medalhista que terá como função revelar como se encontra a performance dos municípios na competição. Os coeficientes associados ao desempenho, serão denominados de **Coeficientes de Desempenho Relativo** (CDR) dados em razão do número de medalhas conquistadas pelo número de medalhas concedidas. O CDR expressa, em termos percentuais, a parcela do número de medalhas concedidas pela OBMEP que foi conquistada pelo Estado. por exemplo, um CDR de 0,03, que dizer que, de 100 concedidas, o estado conquistou 3. Os índices associados ao desempenho, serão denominados de **Índice de Medalhas de Ouro**

---

<sup>1</sup><http://www.obmep.org.br/em-numeros.htm>

<sup>2</sup><https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>

<sup>3</sup><http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>

<sup>4</sup><http://ideb.inep.gov.br/resultado/>

**por Habitantes** (IMOH), e serão dados pelo número de medalhas de ouro conquistadas dividido pelo número populacional. O IMOH mostrará o número de medalhas de ouro para cada **mil habitantes**. Por exemplo, se um município que apresenta um IMOH igual a 7, significa dizer que, sua performance apresenta uma razão de 7 medalhas de ouro para cada 1000 habitantes.

Após a coleta dos dados, transcrevemos os mesmos para uma planilha eletrônica (Calc), do pacote LibreOffice. Esse programa computacional é versátil, gratuito, de código aberto. No pacote LibreOffice estão inclusos vários aplicativos, dos quais alguns deles serão bastante úteis para o auxílio das análises descritivas.

### 3.1.2 Análise dos dados

Faremos análises descritivas dos dados, utilizando tabelas e gráficos, medidas descritivas, etc. Posteriormente serão feitas as aplicações dos indicadores de desempenho: (CDR) e (IMOH), com o objetivo de ressaltar e compreender as relações existentes entre as variáveis envolvidas no processo de desempenho do Estado do Piauí na OBMEP. Sendo assim, essa pesquisa possui natureza identificada como descritiva e exploratória, e que em concordância com Gil (2002, p.42) [7], temos que as pesquisas descritivas tem como objetivos primordial descrever as características de determinada população ou fenômenos, ou ainda, estabelecer relações entre variáveis. Para Gil, “há, porém, pesquisas que, embora definidas como descritivas com base nos seus objetivos, acabam servindo mais para proporcionar uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias.”

Inicialmente verificaremos em qual modalidade de medalhas, o Estado do Piauí se destacou mais, ou seja, se existe prevalência de alguma delas. Para verificar isso, a utilização de dados relativos é muito importante, em especial o uso de índices, taxas ou coeficientes.

Segundo Crespo (2016, p.31), “dados relativos são o resultado de comparações por quociente (razões) que se estabelecem entre os dados absolutos e têm por finalidade realçar ou facilitar as comparações entre quantidades”. Os dados relativos podem ser traduzidos, de maneira geral, por meio de porcentagens, índices, taxas ou coeficientes (CRESPO, 2016, p.31) [12]. Para o autor, embora os termos índice, taxa e coeficiente sejam expressos por porcentagens eles têm significados diferentes e precisam ser diferen-

ciados. Como já foi discutido em capítulos anteriores, os coeficientes, por exemplo, são razões entre números de ocorrências da **mesma espécie** numa relação de parte para o todo. Com isso, poderemos comparar as frequências relativas das categorias de medalhas com mais coerência, pois os valores assim obtidos, independem de sua natureza e magnitude. Então nessa comparação usaremos o indicativo de desempenho (CDR) e faremos a comparação entre as categorias e analisando os resultados encontrados. Caso haja diferença entre os CDR's, aplicaremos um teste de aderência às suas respectivas frequências absolutas. O teste em questão, será o teste Qui-quadrado, muito usado para testar a associação entre variáveis categóricas e segundo Rodrigues (2017, p.623)[34],

O teste do qui-quadrado é um teste não paramétrico usado para responder perguntas de pesquisa que envolvem taxas, proporções ou frequências. O teste não requer que os dados assumam uma distribuição simétrica. Existem dois testes: qui-quadrado de independência e de aderência. O teste de independência é o mais usado e avalia a frequência de dados de dois ou mais grupos. O teste de aderência é usado para comparar dados amostrais com dados de populações conhecidas.

Para Barbetta (2002, p.247)[5], o teste “também pode ser usado para comparar duas ou mais amostras, quando os resultados da variável resposta estão dispostos em categorias”. O autor ainda salienta que “a verificação da adequação dos tamanhos das amostras é usualmente feita em termos das frequências esperadas”.

Para compreender melhor o aspecto em termos de variabilidade entre categorias ouro, prata e bronze, usaremos gráficos (box plot) e um coeficiente famoso na literatura: **Coefficiente de Variação de Pearson**. O Coeficiente de Variação (CV) nos dará uma ideia melhor da dispersão desses dados e tornará de forma mais justa, a comparação entre eles, pois o mesmo não depende da natureza e nem da magnitude da variável. Segundo Guimarães (2008, p.56) [18], “para comparar duas distribuições quanto à variabilidade, deve-se usar Pearson (CV), o qual é dado por:

$$CV = \frac{DP(X)}{\bar{X}} \times 100 \quad (3.1)$$

o qual independe da natureza e magnitude da variável X”. Quando multiplicamos o coeficiente de variação por 100, sua representação passa a ser expressa em porcentagem, uma forma mais agradável de representação.

Depois de realizada a primeira análise, de forma geral, procuraremos aprofundar a pesquisa, conhecendo como estão distribuídas as medalhas entre os municípios. Para isso, realizaremos uma tabulação dos municípios medalhistas e um mapeamento das medalhas pelo território piauiense. Usaremos a planilha **Calc** para tabular e elaborar um ranqueamento dos municípios piauienses que se destacaram na OBMEP durante o período, mais precisamente os 10 primeiros. Após o mapeamento, utilizaremos o *software* QGIS, que é um *software* de código aberto disponível segundo os termos da Licença Geral Pública GNU. QGIS está disponível para *Windows, macOS, Linux e Android*, no site Qgis.Org<sup>5</sup>. O *software* permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. Utilizaremos no **QGIS**, malhas digitais fornecidas pelo *site* do IBGE para construção de um mapa temático da distribuição de medalhas pelo Estado do Piauí e analisaremos os resultados encontrados.

Será feito um estudo comparativo entre os municípios e sua respectivas populações medalhistas, com objetivos de analisar o desempenho com base no número populacional e tentar compreender melhor a desproporção de medalhas entre os municípios e regiões do Estado, além de verificar o grau de engajamento da população piauiense na competição. Utilizaremos também, o método comparativo para analisar as diferenças que existem no ranque dos municípios piauienses medalhistas, considerando o ranking de medalhas de ouro e o ranking onde são considerados os indicativos de performance (IMOH).

Para compreender melhor a magnitude do desempenho apresentado pelo Estado do Piauí na OBMEP, faremos uma investigação de como está o desempenho e a performance do Estado comparado com as outras unidades da federação. Objetivo é verificar a distorção desses dois indicativos no cenário regional e nacional, através de um ranqueamento dos estados brasileiros, e com isso fazer uma aplicação de coeficientes e de índices, para realçar as características de desempenho nesses cenários.

Por último, faremos um breve estudo de quais variáveis estão mais relacionadas com o desempenho dos estados na OBMEP. Para realizar isso, será feito antes, uma pesquisa bibliográfica de quais variáveis são mais empregadas pelos pesquisadores em estudos de desempenho. Utilizaremos um teste de correlação linear entre as principais variáveis explicativas, e com base no coeficiente de correlação, identificaremos estas variáveis e o

---

<sup>5</sup>[https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html)

grau de explicação para cada uma delas. O teste será feito por meio do *software R*, que é um *software* livre para computação estatística e gráficos, compila e roda em uma ampla variedade de plataformas *UNIX*, *Windows* e *MacOS*. Para baixá-lo é só acessar o *site* Cran.R<sup>6</sup>. Após a análise do teste, iremos expor o grau de explicação que cada variável apresenta para o desempenho dos Estados na competição, faremos nossas conclusões e considerações finais.

---

<sup>6</sup><https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS DADOS

Neste capítulo abordaremos de forma sistematizada, apresentando os resultados encontrados em tabelas e gráficos com objetivos de otimizar a visualização, além do uso de medidas descritivas extraídas a partir dos dados trabalhados ao longo da pesquisa. Inicialmente, optamos por dividir o processo de análise e discussão em cinco seções.

- Na Primeira Seção, analisaremos como tem sido o desempenho do Piauí na OBMEP, levando em consideração o número de medalhas de Ouro, Prata e Bronze desde o surgimento desta olimpíada, em 2005, até o ano de 2019.
- Na Segunda Seção, discutiremos como tem sido a distribuição de medalhas nas três categorias frente aos 224 municípios do Piauí.
- Na Terceira Seção, faremos um comparativo entre os percentuais de municípios medalhistas e não medalhistas com as populações referentes a esses municípios nas três categorias: ouro, prata e bronze.
- Na Quarta Seção, faremos uma classificação dos municípios piauienses medalhistas nas três categorias com base no seu desempenho perante a OBMEP e um comparativo dessa classificação com outra classificação que leva em conta o número de medalhas de ouro por habitantes.
- Na quinta, analisaremos o desempenho do Estado em dois momentos: no primeiro, o desempenho do Piauí na OBMEP a partir dos comparativos com os estados da região Nordeste um envolvendo o número de medalhas conquistado por cada estado e a performance envolvendo o número de medalhas de ouro por habitantes, fazendo o comparativo entre essas duas formas de classificações. No segundo momento, faremos a nível Nacional, além das comparações já feitas a nível regional, um levantamento das possíveis variáveis que possam estar relacionadas ao desempenho dos estados na OBMEP e uma análise dessas variáveis, objetivando compreender o grau de explicação de elas para os valores conquistados no período.

## 4.1 O desempenho do Piauí na OBMEP com Base no Número de Medalhas

A Tabela 4.1 a seguir mostra a distribuição de medalhas conquistadas pela população do estado do Piauí durante 15 anos de participação na OBMEP. As medalhas foram distribuídas nas categorias ouro, prata e bronze, de acordo com o número de medalhas conquistadas no período.

De acordo com a Tabela 4.1 abaixo, podemos observar que o número de medalhas vem crescendo ao longo dos anos.

Tabela 4.1: Distribuição de Medalhas Obtidas na OBMEP pelo Piauí, de 2005 a 2019.

Ano	Ouro	Prata	Bronze	Número de Medalhas
2005	2	15	15	32
2006	2	15	15	32
2007	4	4	20	28
2008	1	8	20	29
2009	2	9	24	35
2010	5	10	17	32
2011	7	8	22	37
2012	3	3	23	29
2013	7	6	60	73
2014	9	17	67	93
2015	4	15	62	81
2016	11	20	64	95
2017	17	29	80	126
2018	15	28	73	116
2019	11	41	105	157
<b>Total</b>	100	228	667	995

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

As informações acima foram representadas em gráficos de linhas com o objetivo de tentarmos, de forma rápida e concisa, visualizar o comportamento crescente da

variável (número de medalhas) ao longo do tempo, indicando aumento no desempenho do Piauí na OBMEP. O gráfico da Figura 4.1 mostra que nas últimas edições, o estado vem apresentando um crescimento no número de medalhas e consequentemente, tendo uma melhora em seu desempenho perante a competição. O critério adotado na Figura 4.1, para analisar o crescimento do desempenho é o número de medalhas conquistado com o passar do tempo. Podemos perceber, através dos gráficos, que o crescimento apresenta muitas oscilações e que mesmo tendo conseguido o maior número (157) de medalhas na 15ª edição em 2019, seu melhor desempenho nos últimos anos foi registrado justamente em 2017<sup>1</sup>, na 13ª edição, onde conquistou o maior número (17) de medalhas de ouro de sua história na OBMEP.

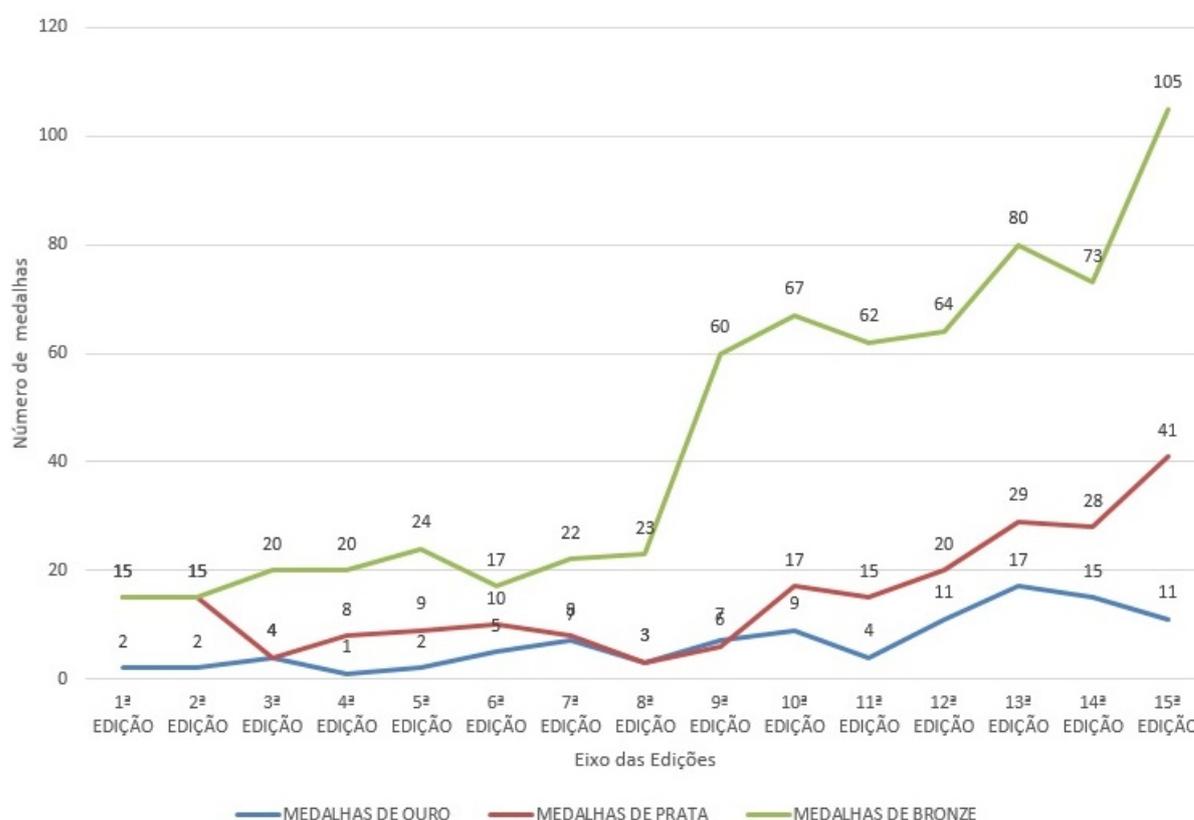


Figura 4.1: Desempenho do Piauí em Medalhas por Edição

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

Se observarmos o total de medalhas conquistado por edição, veremos que no início o estado manteve-se quase que constante até ao meio do período, com apenas pequenas oscilações entre 28 e 37 medalhas. A evolução do número de medalhas só ficou evidente a partir da 9ª edição em 2013 quando o estado atingiu um total de 73 medalhas

<sup>1</sup>Em 2017, ela foi estendida às escolas particulares.

e continuou crescendo, porém com oscilações maiores do que as do início até atingir um total de 157 medalhas em 2019. Perceba que o estado mais que dobrou o resultado obtido em 2013. Segundo Silva (2018), se observarmos o número de medalhas do Piauí no período de 2005 a 2016, percebemos que o Estado tem apresentado resultados significativos, assim como uma expressiva participação ao longo das edições da OBMEP. Para o autor essa participação surge como resultado de um processo de conscientização que tem se crescendo junto às escolas, professores e alunos no Estado. Um ponto que certamente contribui para melhoria da qualidade da Educação Básica, possibilitando que um número cada vez maior de alunos participe da competição (SILVA, 2018, p.47-48) [35].

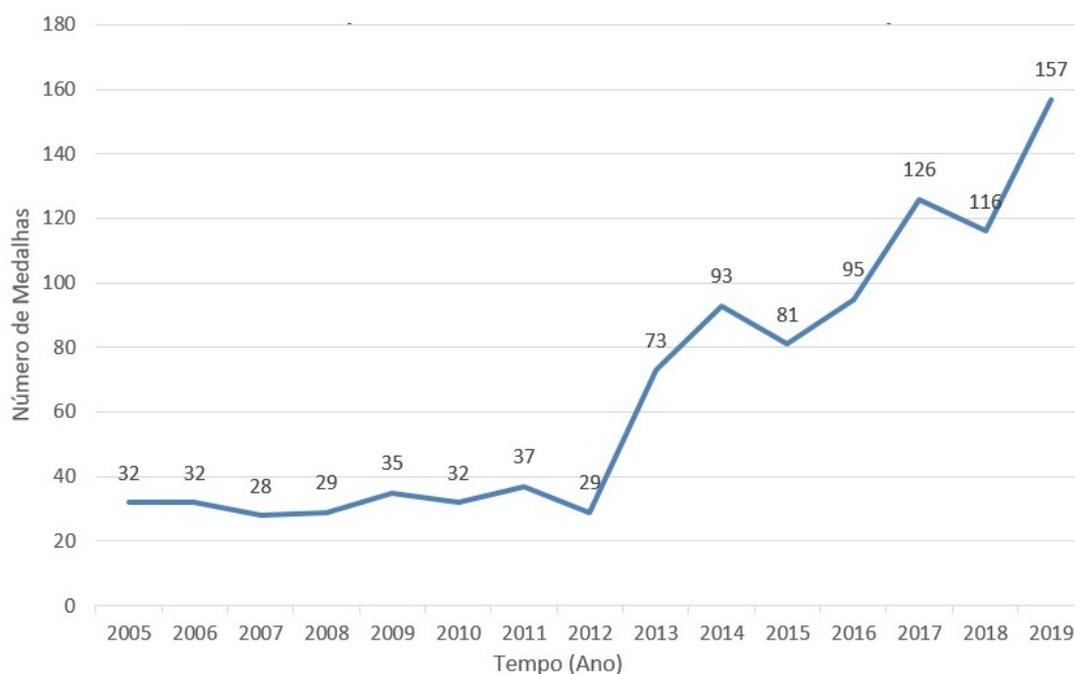


Figura 4.2: Número de Medalhas Obtidas na OBMEP ao Longo dos Anos (2005-2019).

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

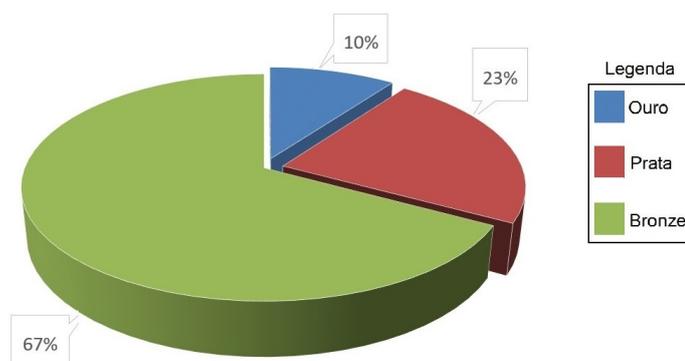


Figura 4.3: Participação das Categoria no Número de Medalhas Obtidas na OBMEP.

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

Nesse gráfico, as taxas percentuais mostram que no estado, a maior parte dos medalhistas estão concentrados na categoria medalhas de **bronze**, representando 67%, logo em seguida, a **prata**, com 23% e por último, e não menos importante, o **ouro**, com 10%. Quando analisamos com o auxílio de um gráfico de setores, fica claro a dimensão que cada categoria representa em relação ao todo, porém, não fica tão evidente o desempenho adquirido através desses números. Os números mostram apenas que as categorias apresentam frequências distintas quando seu referencial é o total de medalhas conquistadas. Empiricamente existe uma diferença em termos percentuais entre a categoria medalhas de bronze e as demais, porém, se observarmos as outras unidades da federação, veremos que todas unidades federativas apresentam essa mesma característica. Veja o gráfico da Figura 4.4, ele mostra como estão distribuídas as medalhas em todas unidades da federação no período 2005 - 2019.

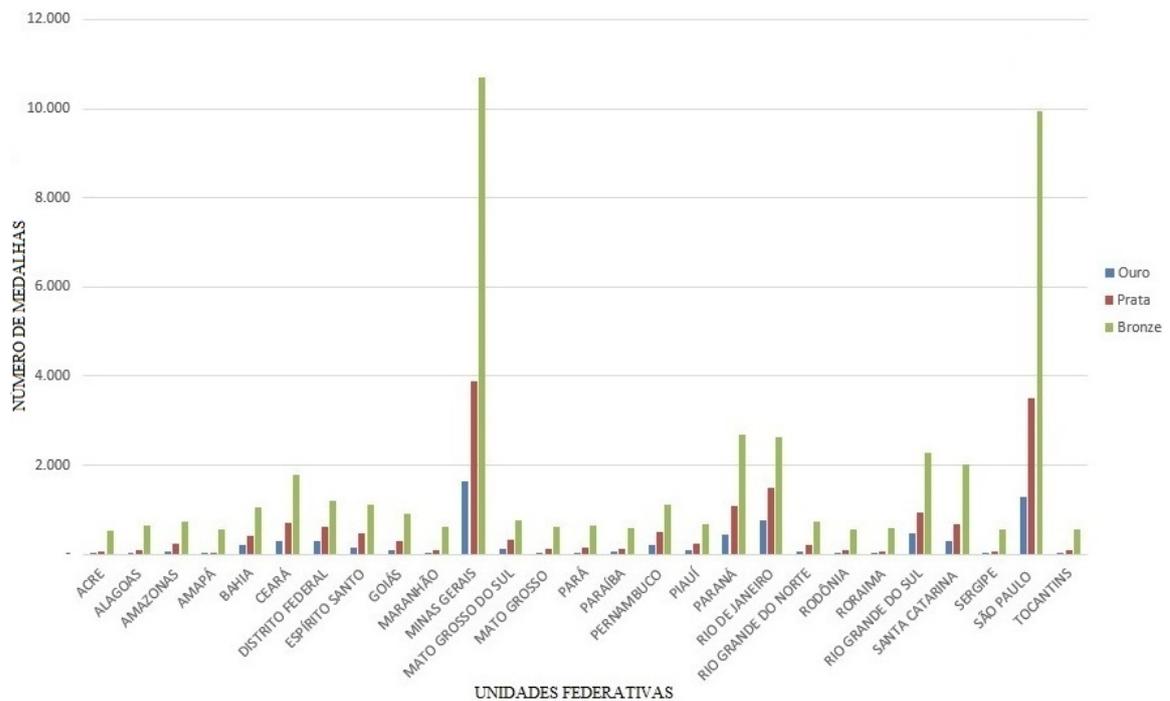


Figura 4.4: Distribuição das Medalhas em Todas Unidades Federativas.

**Fonte:** Autor com dados da OBMEP.

Pela Figura 4.4 acima, podemos observar que dois dos estados brasileiros estão concentrando boa parte das medalhas concedidas pela OBMEP, em especial as de bronze. Levando em consideração os dados apresentados anteriormente, resolvemos fazer o levantamento do número de medalhas concedidas em cada edição e construímos a Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Número de Medalhas Concedidas na OBMEP no Período de 2005 a 2019.

Ano	Ouro	Prata	Bronze	TOTAL
2005	300	405	405	1.110
2006	300	405	405	1.110
2007	301	600	2.100	3.001
2008	288	873	1.789	2.950
2009	300	900	1.800	3.000
2010	504	900	1.804	3.208
2011	500	900	1.802	3.202
2012	500	902	3.102	4.504
2013	499	900	4.599	5.998
2014	501	1.500	4.500	6.501
2015	500	1.500	4.501	6.501
2016	501	1.500	4.500	6.501
2017	576	1.727	5.188	7.491
2018	575	1.725	5.175	7.475
2019	579	1.746	5.183	7.508
Total	6.724	16.483	46.853	70.060

**Fonte:** Autor.

Pelos dados apresentados, podemos perceber que as quantidades de medalhas concedidas sempre apresentaram valores diferenciados em algumas categorias, em especial na categoria medalhas de ouro, onde a mesma, apresenta-se sempre com uma quantidade inferior às demais modalidades de medalhas da competição. Se observarmos, essa diferença só cresceu ao longo dos anos, ela mais que triplicou.

Em meio a isto, vale ressaltar que a **diferença percentual** que existe entre as categorias presentes no gráfico da figura 4.3, pode estar, em parte, relacionada com as quantidades concedidas das medalhas, pois conforme as **Regras Gerais de Premiações** da OBMEP, a maior concessão medalhas é destinada à categoria bronze. “Será concedido entre os alunos participantes um total de 575 medalhas de ouro, 1.725 medalhas de prata, 5.175 medalhas de bronze e [...]”(IMPA, 2020) [1]. Esses valores, como podemos constatar, através do gráfico da Figura 4.5, vêm aumentando ao longo dos anos. No início, em 2005, eram 300 de ouro, 405 de prata e 405 de bronze. Observe que atualmente, o número de medalhas de bronze a ser concedido é 10 vezes maior que o de ouro e 5 vezes maior

que o de prata. Sendo assim, não podemos tomar como referência para o todo, o total de medalhas conquistadas, visto que esse não nos dará uma percepção de qual categoria se sobressai sobre as outras, pois as medalhas de ouro, prata e bronze têm escalas de valores diferentes e dessa forma não podem ser comparadas em termos de frequência com o todo, pois os resultados observados em cada categoria podem ser influenciados pelo número de medalhas concedidas.

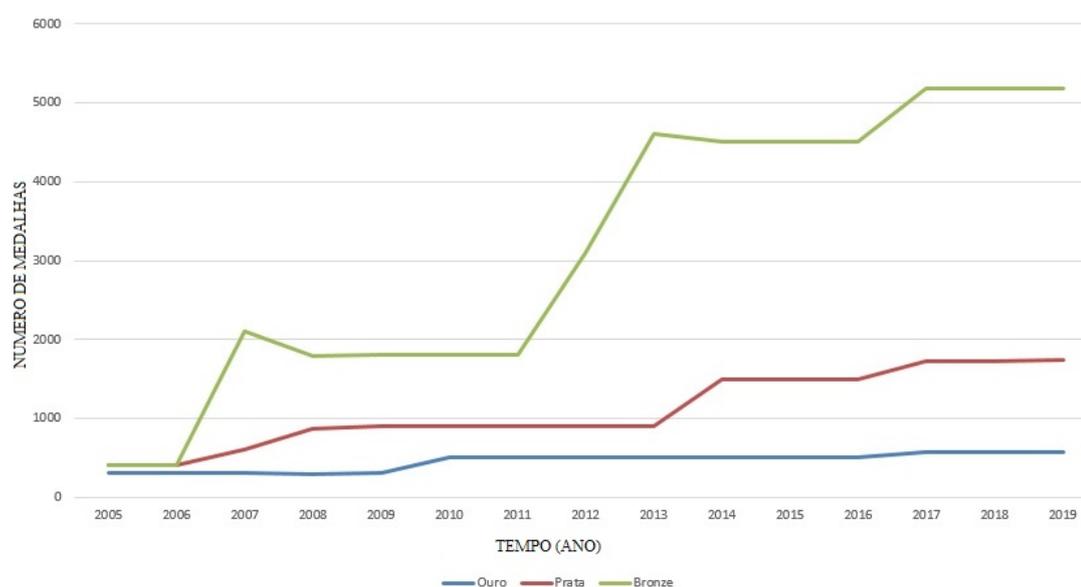


Figura 4.5: Crescimento do Número de Medalhas Concedidas no Período 2005 à 2019

**Fonte:** Autor.

Um grande desafio é comparar as categorias sem considerar o valor que cada uma representa dentro da competição. A princípio, para comparar as categorias (ouro, prata e bronze) em termos de frequências, no nosso caso, requer algum tipo de “transformação” para extinguir o rótulo que cada uma carrega, e tentar trabalhar de forma imparcial, para não gerar confusão, devido ao grau de relevância que cada categoria representa na competição e devido a magnitude com que cada uma delas é concedida.

Sendo assim, eliminaremos os empecilhos categóricos e de magnitudes, realçando assim, a diferença real do percentual que existe entre as categorias. Para isso, o meio encontrado foi fazer razões entre variáveis de mesma espécie. Tomaremos como referência para o todo, o total concedido em cada categoria, e o cálculo será feito através de um coeficiente dado por: **total conquistado na categoria** dividido por **total concedido na categoria**. Esse coeficiente será denominado, nesta pesquisa, de **Coefficiente de Desempenho Relativo (CDR)**. Para detectar em qual modalidade o Estado do Pi-

auí avançou, iremos comparar os CDR's obtidos, dividindo o total conquistado pelo total concedido na categoria. Observe a Tabela 4.3.

Tabela 4.3: CDR's do Piauí nas Categorias de Medalhas na OBMEP.

Categorias	Total Conquistado	Total Concedido	CDR
Ouro	100	6.724	0,0149
Prata	228	16.483	0,0138
Bronze	667	46.853	0,0142
Total	995	70.060	0,0429

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

Com base nos coeficientes encontrados, podemos inferir que a categoria ouro teve o maior avanço na competição, seguida do bronze e depois pela prata. Observamos também que os valores dos coeficientes encontrados são muito próximos uns dos outros, de forma que a evolução em cada categoria parece ser estatisticamente igual, mas para afirmar isso com mais propriedade, iremos aplicar um teste de aderência aos coeficientes, de forma indireta, pois testaremos os valores conquistados em cada categoria, e caso o teste indique que os valores observados sejam iguais aos valores esperados, concluiremos que os coeficientes tendem a se igualar.

Com base nos Coeficientes de Desempenho Relativo, podemos encontrar os valores que serão utilizados para o teste. Para encontrar os valores, devemos multiplicar o coeficiente de Desempenho pelo valor concedido em cada categoria. Por exemplo, para o ouro temos como valor observado  $0,0149 \times 6.724 = 100$  e valor esperado, temos  $0,0143 \times 6.724 = 96$ . Serão utilizadas duas tabelas, em uma, serão colocados os valores dos Coeficientes de Desempenho Relativo (CDR), sendo que esses se apresentam em dois aspectos: Observados e esperados. A outra tabela será com as frequências das categorias correspondentes aos respectivos valores dos CDR'S da primeira tabela. A seguir, apresentamos as duas tabelas com os dados a serem considerados na análise.

Tabela 4.4: Coeficientes do Piauí e Totais de Medalhas Concedidos na OBMEP, 2005-2019

Categorias	CDR. Observado	CDR. Esperado	Valor Concedido
Ouro	0,0149	0,0143	6.724
Prata	0,0138	0,0143	16.483
Bronze	0,0142	0,0143	46.853
Total	0,0429	0,0429	70.060

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

Tabela 4.5: Frequências de Medalhas Conquistadas pelo Piauí na OBMEP, 2005-2019

Categorias	Valor Observado	Valor Esperado
Ouro	100	96
Prata	228	234
Bronze	667	665
Total	995	995

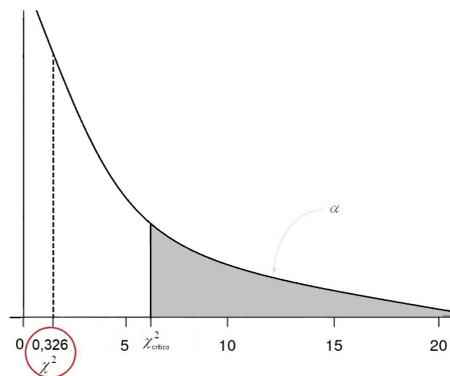
**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

De um modo geral, as hipóteses do teste podem ser formuladas da seguinte maneira:

$$H_0 : P(\text{Valor Observado}) = P(\text{Valor Esperado}) \text{ (em todas categorias)}$$

$H_1 : P(\text{Valor Observado}) \neq P(\text{Valor Esperado})$  (em pelo menos uma categoria). Sendo  $P$ , a probabilidade especificada para cada categoria, de acordo com o Valor Observado ( $V_o$ ) ou Valor Esperado ( $V_e$ ). Calculando o valor do  $\chi^2$ , onde ( $k = 3$ ), temos:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^3 \frac{(V_o - V_e)^2}{V_e} = \frac{(100 - 96)^2}{96} + \frac{(228 - 234)^2}{234} + \frac{(667 - 665)^2}{665} = 0,326$$

Figura 4.6: Ilustração da Distribuição do  $\chi^2$ 

Usando a distribuição de qui-quadrado com  $gl = k - 1 = 2$  graus de liberdade e nível de significância de 5%, encontramos  $P(\chi^2 \leq 0,328) = 0,85$  e construímos uma tabela resumo do **Teste Qui-quadrado**.

Tabela 4.6: Resumo do Teste  $\chi^2$ 

$gl$	$\chi^2$	$\chi^2_{crítico}$	Significância ( $\alpha$ )	$P - Valor$
2	0,326	5,99	0,05	0,85

**Fonte:** Autor.

Como  $P = 0,85$ , conclui-se que para  $\alpha = 0,05$ , temos que  $P = 0,85 > \alpha$ . Logo não há evidências para rejeitarmos a hipótese  $H_0$ , isto é, ao nível de significância de 5%, concluímos que a probabilidade observada é igual a probabilidade esperada em todas as categorias, em outras palavras, queremos dizer que entre os coeficientes da Tabela 4.3 não existe diferença estatisticamente significativa. Portanto, no estado do Piauí, podemos afirmar que não existe nenhuma prevalência de categorias de medalhas, mas sim, uma evolução estatisticamente igual em todas categorias.

Para compreender melhor o comportamento do desempenho ao longo dos anos resolvemos transcrever o gráfico da Figura 4.1, em forma de Coeficiente de Desempenho Relativo. Acompanhe o resultado logo abaixo!



Figura 4.7: CDR's do Estado do Piauí ao Longo dos Anos

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP

Observe que em 2005, os coeficientes da categoria prata e da categoria bronze são bem maiores que o coeficiente da categoria ouro, cujo valor variava entre 0,005 e 0,010, enquanto os coeficientes das outras duas variavam entre 0,035 e 0,040. Os coeficientes da prata e do bronze despencaram entre 2006 e 2007, e mantiveram seus valores variando entre 0,003 e 0,023 até o final do período, um valor bem abaixo daqueles que vimos no início. A categoria ouro, com sua variabilidade durante o período, apresentou alguns picos relevantes, dos quais podemos destacar o de 2007, 2011, 2014 e 2017, este último considerado o mais expressivo, apresentou um coeficiente de 0,030, o equivalente a 3 em cada 100 medalhas de ouro concedidas pela OBMEP.

De forma empírica, ou seja, só observando as linhas dos gráficos, não fica bem

claro como é esse comportamento, sendo assim, utilizaremos outros meios estatísticos para compreender como essas categorias se comportam de forma interna, ou seja, qual entre as três é mais homogênea? Ou menos heterogênea? Como sabemos, esta verificação não pode ser feita de forma direta, simplesmente observando as médias e os desvios padrão de cada categoria, pois a magnitude escalar das quantidades concebidas nas premiações do ouro, prata e bronze **não são iguais** e conseqüentemente, a média anual e o desvio padrão em cada uma delas, também não. “Quando os conjuntos de dados a serem comparados possuem médias diferentes, a comparação da variabilidade desses conjuntos deve levar em conta essa diferença” (REIS, 2002) [33]. Em meio a essa discussão, acreditamos que a melhor maneira de averiguar essa variabilidade, que presumimos que exista entre as categorias, seria trabalhar nesse momento com medidas descritivas que levassem em conta a diferença entre as médias. Para isso, apresentaremos uma tabela com algumas medidas que nos auxiliarão nesse processo.

Tabela 4.7: Medidas Descritivas das Medalhas por Categoria.

Medidas Descritivas	Ouro	Prata	Bronze	Global
Média	6,67	15,20	44,47	66,33
Desvio Padrão	4,980916	10,604580	29,582490	42,82
Variância	24,81	112,46	875,12	1833,9
Primeiro Quartil	2,51	8	20	32
Mediana	5	15	24	37
Terceiro Quartil	10	18,5	65,5	94

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

Uma compreensão dos primeiros resultados dessa tabela sugere uma relação de dependência inversa entre o número de medalhas e o grau de relevância das medalhas na competição: o número de medalhas diminui quando o grau de relevância das medalhas aumenta. O número médio de medalhas conquistadas por ano (edição) no período de 2005 a 2019 na categoria bronze foi 24 medalhas, já para a categoria prata, 15 medalhas, enquanto a categoria ouro obteve, em média, 5 medalhas. Quando tomamos os desvios padrão de cada uma para análise, surge inicialmente a seguinte pergunta: como posso saber se o desvio em torno dessa média é considerando grande ou pequeno? Como as médias são distintas, comparar os desvios padrão diretamente entre si, não parece ser uma boa ideia, segundo esta observação em Reis (2002) [33]: “o desvio-padrão nos permite

distinguir numericamente conjuntos de dados de mesmo tamanho, mesma média, mas que são visivelmente diferentes, [...]”. Note que nessa observação, foram mencionados **mesmo tamanho, mesma média**. O tamanho é o mesmo ( $n = 15$ ) para todas as categorias, no entanto as médias são distintas. Logo, essa comparação direta dos desvios é inadequada e precisamos recorrer a uma transformação dos mesmos, é o que veremos a seguir.

Por se tratar de diferentes médias e desvios, não utilizaremos o desvio padrão (*DP*) diretamente, pois o mesmo é muito afetado pela média dos dados. Para contornar essa situação, iremos transformá-lo em porcentagem da média, para podermos avaliar sua magnitude em relação à mesma. Essa transformação, do desvio padrão em porcentagem, recebe o nome de **Coeficiente de Variação de Pearson (CV)**.

Tabela 4.8: Média e Coeficientes de Variação

Variáveis	$\bar{x}$	CV
Ouro	6,67	74,71%
Prata	15,20	69,77%
Bronze	44,47	66,53%

**Fonte:** Autor.

De acordo com a Tabela 4.8, temos que a variável Bronze apresenta a maior média, mas seu coeficiente é o menor, 66,53%. Logo depois vem a Prata com a segunda melhor média e com o segundo menor coeficiente de variação que é de 69,77% e por último o Ouro com a menor média, mas com o maior coeficiente de variação, 74,71%. O coeficiente de variação nesse caso, é interpretado na literatura, como um grau muito alto de dispersão dos dados. Segundo Reis (2002) [33], “quanto menor o Coeficiente de Variação de um conjunto de dados, menor é a sua variabilidade. O Coeficiente de Variação expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão”. Com isso, de acordo com a Tabela 4.8, concluímos que a variável bronze é a que apresenta a menor variabilidade entre as três.

De acordo com a faixa de classificação da Tabela 2.2, os coeficientes de variação do ouro e da prata representam uma variabilidade muita alta, enquanto o do bronze, uma variabilidade média. Dessa forma podemos inferir que os valores de categoria bronze são mais previsíveis em relação aos valores das outras categorias. Quanto maior for essa variabilidade, mais difícil fica de se prever algum resultado. No caso do **bronze** esse resultado é mais fácil de se prever, pois há indícios que esse resultado apresenta menor

variação em torno da média. Uma outra maneira de visualizarmos esse resultado, é observar os gráficos Box Plot a seguir, onde eles mostram a dispersão das medalhas em cada categoria, mais uma utilização do Coeficiente de Desempenho Relativo (CDR).

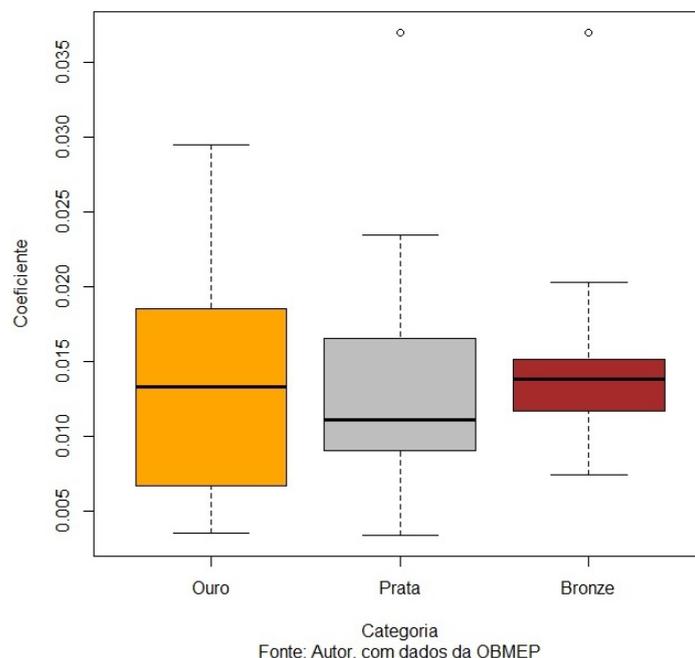


Figura 4.8: Box Plots das Categoria com a Utilização de CDR's

Analisando o box plot, conseguimos perceber que cada uma das três categorias tem um comportamento distinto.

- ✓ O box plot da categoria bronze é o mais achatado, o que indica que sua variabilidade e desvio padrão são menores. Porém ele apresenta outlier e sua posição se encontra numa plataforma mais elevada, ou seja, o valor mediano dos coeficientes são valores mais elevados.
- ✓ No box plot da categoria ouro, temos uma situação um pouco diferente, pois nesse caso, apesar do valor mediano parecer coincidir com a categoria bronze, sua variabilidade é bem superior, é que percebemos pelo formato da caixa, que é mais alongada. Esse fato, associado a uma competição considerada de alto nível como a OBMEP, gera uma certa imprevisibilidade no número de medalhas, pois tem horas que se tem valores muito baixos e horas que se tem valores muito altos. É fácil ver que quanto maior a variabilidade, menor será a previsibilidade.
- ✓ Assim como categoria bronze, a categoria prata também a apresenta outlier. Os outliers presentes nas categorias prata e bronze são reflexos do alto desempenho

relativo no início da competição em 2005. Nesse período de firmamento da OBMEP, o número de medalhas de prata e de bronze parecem ser distribuídos de maneiras iguais entre as unidades federativas, sem nenhuma rivalidade, por isso o desempenho elevou o valor do CDR inicial.

## 4.2 Frequência de Medalhas da OBMEP Conquistadas por Municípios Piauienses

Nesta seção analisaremos o número de medalhas conquistado pelos 10 primeiros municípios com a participação destes em cada categoria, com base nas informações encontradas no Apêndice A.

Tabela 4.9: Ranking dos 10 Municípios Piauienses na OBMEP, de 2005 a 2019

Nº	MUNICÍPIO	OURO	PRATA	BRONZE	TOTAL
1	Cocal dos Alves	45	72	110	227
2	Teresina	38	81	272	391
3	Piripiri	6	4	16	26
4	Parnaíba	5	16	27	48
5	Capitão de Campos	2	10	21	33
6	Oeiras	1	4	22	27
7	Piracuruca	1	4	14	19
8	Campo Maior	1	3	9	13
9	Lagoa Alegre	1	2	4	7
10	Beneditinos	0	4	6	10

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

A Tabela 4.9, apresenta por município, a quantidade de medalhas de ouro, prata e bronze obtida pelos 10 primeiros municípios piauienses que mais se destacaram na OBMEP no período de 2005 a 2019. Observe que os municípios foram organizados em ordem decrescente em relação ao número de medalhas de ouro. De forma que observando os dados, podemos concluir que o município com maior frequência de medalhas de ouro é Cocal dos Alves (45 medalhas), seguido de Teresina (38), e assim sucessivamente. Ao observar o total de medalhas nas duas primeiras posições, percebemos que se tivéssemos considerado o total, as duas primeiras posições se inverterm, pois o município com maior

frequência medalhas é Teresina (391 medalhas), e em seguida, Cocal dos Alves (227). Observamos também que desta lista, 50% dos municípios obtiveram uma ou nenhuma medalha de ouro.

Na Figura 4.9, foram utilizados alguns recursos básicos de computação gráfica para tentar mostrar como estão distribuídas essas medalhas no território piauiense. Nela, o mapa do Piauí foi colorido, município por município, em uma escala de cores associada ao desempenho de cada município. O mapa mostra os resultados dos municípios no período de 2005 a 2019. A parte mais escura do mapa indica maior quantidade de medalhas conquistadas pelo município na OBMEP e a parte mais clara, uma quantidade menor. Note que as regiões ao Norte do estado (Norte e Centro-Norte) apresentam maior pigmentação, indicando um maior potencial na conquista de medalhas, enquanto as regiões mais ao Sul (Sudeste e Sudoeste) são menos pigmentadas, indicando um menor potencial na conquista de medalhas.

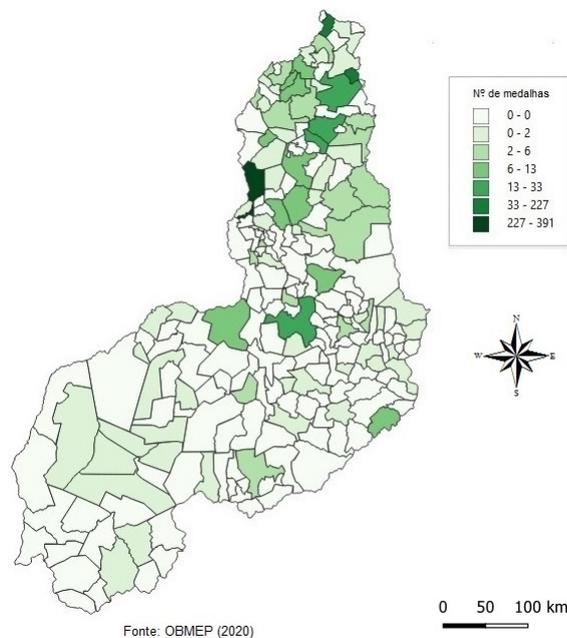


Figura 4.9: Distribuição de Medalhas nos Municípios-PI (2005-2019), Dados da OBMEP.

**Fonte:** Autor.

#### 4.2.1 Frequência de Medalhas de Ouro Conquistadas por Municípios Piauienses

A Tabela 4.10 a seguir apresenta a distribuição das 100 medalhas de ouro conquistadas pelos municípios no período de 2005 a 2019, com as seguintes frequências:

frequência absoluta, frequência relativa e a frequência relativa acumulada para cada município medalhista. Podemos perceber que desse total de 100 medalhas, temos um percentual de 83% restrito apenas aos municípios de Teresina e Cocal dos Alves. O município com maior frequência de medalhas de ouro é Cocal dos Alves, com 45%, seguido de Teresina com 38%. Fica evidenciado que desse total, 83%, ou seja, 83 medalhas, estão associadas às conquistas desses dois municípios piauienses.

Tabela 4.10: Distribuição de frequência de Medalhas de Ouro

MUNICÍPIO	MEDALHAS DE OURO	F.R.	F.R.A
Cocal dos Alves	45	45%	45%
Teresina	38	38%	83%
Piripiri	6	6%	89%
Parnaíba	5	5%	94%
Capitão de Campos	2	2%	96%
Lagoa Alegre	1	1%	97%
Campo Maior	1	1%	98%
Oeiras	1	1%	99%
Piracuruca	1	1%	100%
TOTAL	100	100%	

**Fonte:** Autor segundo dados da OBMEP.

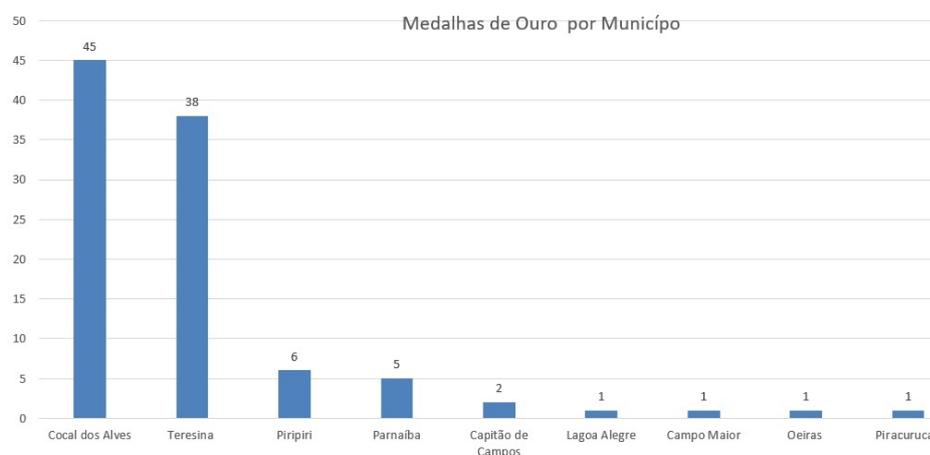


Figura 4.10: Medalhas de Ouro por Município

**Fonte:** Autor, dados da OBMEP.

Pelo gráfico apresentado na Figura 4.10, podemos perceber uma grande discrepância entre os municípios medalhistas de ouro que ocupam as duas primeiras posições e os demais. Note que dos 9 municípios, 7 possuem um número igual a ou menor que 6 medalhas de ouro, e destes a maioria possui apenas uma única medalha. Já os dois primeiros colocados, disparam com valores bem superiores a estes.

O mapa a seguir mostra a localização desses municípios nas mesorregiões do Estado. Note que, das 4 mesorregiões, a única que não conquistou medalhistas de ouro no período foi a mesorregião Sudoeste. Apesar de ser a maior mesorregião do estado ( $252.378,6 \text{ km}^2$ ), ela é a menos populosa, com 517.987 habitantes. A mais populosa é Centro-Norte com 1.445.661 hab, segundo IBGE (2008).

Municípios com medalhas de ouro (2005-2019)

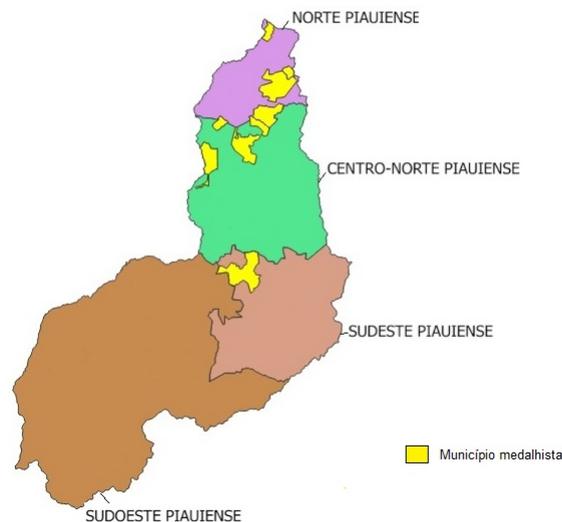


Figura 4.11: Mapa com as Mesorregiões de Piauí

Fonte: Autor.

#### 4.2.2 Frequência de Medalhas de Prata Conquistadas por Municípios Piauienses

A Tabela 4.11 abaixo apresenta os 10 primeiros medalhistas na categoria prata conforme constar no Apêndice B desta pesquisa que destaca a distribuição das 228 medalhas de prata conquistadas pelos municípios no período de 2005 a 2019, com as seguintes frequências: frequência absoluta, frequência relativa e frequência relativa acumulada.

Tabela 4.11: Os 10 Primeiros Municípios na Categoria Medalhas de Prata

N	MUNICÍPIO	MEDALHAS DE PRATA	F.R.	F.A
1	Teresina	81	35,526%	35,526%
2	Cocal dos Alves	72	31,579%	67,105%
3	Parnaíba	16	7,018%	74,123%
4	Capitão de Campos	10	4,386%	78,509%
5	Benedictinos	4	1,754%	80,263%
6	Piripiri	4	1,754%	82,018%
7	Oeiras	4	1,754%	83,772%
8	Piracuruca	4	1,754%	85,526%
9	Campo Maior	3	1,316%	86,842%
10	Barras	3	1,316%	88,158%

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

Podemos perceber que, do total de 228 medalhas de prata presentes no Apêndice B, temos um percentual de 74,125% restrito apenas 3 dos 31 municípios medalhistas nessa categoria. Os três municípios são: Cocal dos Alves, Teresina e Parnaíba. O município com maior frequência de medalhas nesse categoria é Teresina, com 35,526%, seguido de Cocal dos Alves, com 31,579% e do município de Parnaíba, com 7,018%. Aqui fica evidente que do total de medalhas de prata conquistadas, aproximadamente 74,123%, ou seja, 169 medalhas, estão concentradas em torno desses três municípios. No entanto, vale a pena frisar que esse percentual em torno do município de Parnaíba ainda é pequeno em relação ao percentual do município de Teresina e de Cocal dos Alves.

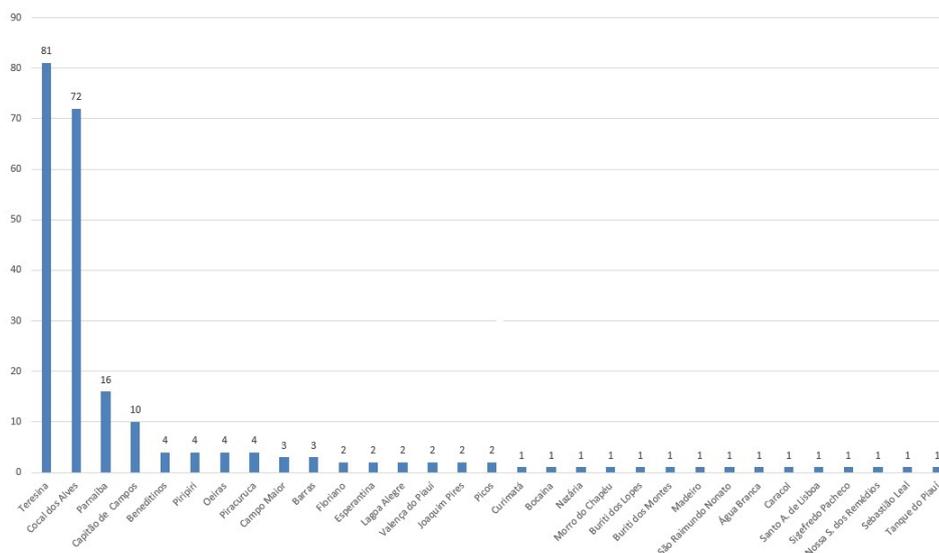


Figura 4.12: Medalhas de Prata por Município

**Fonte:** Autor.

De acordo com a Figura 4.12, podemos perceber a diferença que existia na categoria anterior, parece continuar entre os municípios da categoria prata. Note que dos 31 municípios, 29 possuem um número igual a, ou menor que, 16 medalhas de prata, e destes a maioria (51,7%) possui apenas uma única medalha. Os dois primeiros colocados nessa categoria são os mesmo da categoria anterior. A hegemonia desses dois municípios mostra que existe um grande desafio a ser superado por parte dos outros municípios para que essa diferença desapareça, ou pelo menos, seja reduzida drasticamente.

### 4.2.3 Frequência de Medalhas de Bronze Conquistadas por Municípios Piauienses

A Tabela 4.12 abaixo apresenta os 10 primeiros medalhistas na categoria bronze conforme constar no Apêndice C desta pesquisa que destaca a distribuição das 667 medalhas de bronze conquistadas pelos municípios no período de 2005 à 2019, com as seguintes frequências: frequência absoluta (medalhas de bronze), frequência relativa e frequência relativa acumulada por cada um dos municípios medalhistas.

Tabela 4.12: Os 10 Primeiros na Categoria de Medalhas de Bronze.

MUNICÍPIO	MEDALHAS DE BRONZE	F.R.	F.R.A
Teresina	272	40,780%	40,780%
Cocal dos Alves	110	16,492%	57,271%
Parnaíba	27	4,048%	61,319%
Oeiras	22	3,298%	64,618%
Capitão de Campos	21	3,148%	67,766%
Piripiri	16	2,399%	70,165%
Piracuruca	14	2,099%	72,264%
Floriano	10	1,499%	73,763%
Alto longá	10	1,499%	75,262%
Campo Maior	9	1,349%	76,612%

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

Nessa categoria, nota-se que, do total de 667 medalhas do Apêndice C, temos um percentual de 40,780% restrito apenas a Teresina. Veja que o município de Teresina

se mostra muito expressivo em relação aos demais municípios medalhistas e ocupa mais uma vez a primeira posição no ranking. Para termos uma ideia, a capital mantém uma diferença de 162 medalhas de bronze em relação ao município de Cocal dos Alves (segundo colocado) que possui 110 medalhas nessa categoria. De maneira geral, a comparação entre esses dois gigantes olímpicos está assim:

- Nas categorias prata e bronze, **Teresina** está em primeiro lugar e **Cocal dos Alves** em segundo.
- Na categoria ouro, **Cocal dos Alve**s em primeiro e **Teresina** em segundo.

Observe que na última posição dessa lista, encontra-se o município de Campo Maior. Sua população, de acordo com censo do IBGE em 2010, era de 45.177 habitantes, e estimativas apontam que o município está entre as 10 cidades mais populosas do Estado. Uma cidade que não está nessa lista, mas que merece destaque, é a cidade de Acauã, por possuir a mesma quantidade de medalhas de bronze e uma população (6.749) aproximadamente 7 vezes menor que o município de Campo Maior. O fato que fez com que a excluíssemos da lista dos 10 primeiros municípios medalhista de bronze, foi o fato da mesma empatar em medalhas de bronze com município de Campo Maior, e este já possuir em suas conquistas, 1 medalha de ouro e 3 de prata, o que gerou uma vantagem do município de Campo Maior sobre o município de Acauã no ranking piauiense.

### 4.3 Municípios versus População - Medalhistas e Não medalhistas

Na Tabela 4.3 a seguir, apresentamos a frequência absoluta e a frequência relativa dos municípios medalhistas e não medalhista, bem como suas respectivas populações.

Tabela 4.13: Municípios e População Extraída (2005-2019)

Classificação	Municípios	População
Medalhistas	81(36, 16%)	2.262.005(69, 11%)
Não Medalhistas	143(63, 84%)	1.011.222(30, 89%)
TOTAL	224	100%

**Fonte:** Autor.

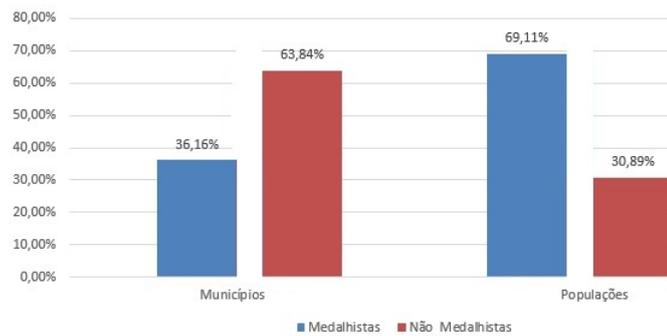


Figura 4.13: Municípios x Populações

**Fonte:** Autor.

Podemos observar que do total de 224 municípios, 36,16% conquistaram algum tipo de medalha e 63,84% **não** conquistaram nenhum tipo de medalha na OBMEP no período de 2005 a 2019. A Tabela 4.3 também mostra que, apesar do percentual de municípios medalhistas ser inferior ao percentual dos municípios não medalhistas, a população medalhista é superior a população não medalhistas. Isso mostra que a população pode ser considerada uma variável relevante em nossa análise, pois aponta para um grande desempenho do estado nessas olimpíadas, desempenho este que não é visto se olharmos apenas para o número de municípios.

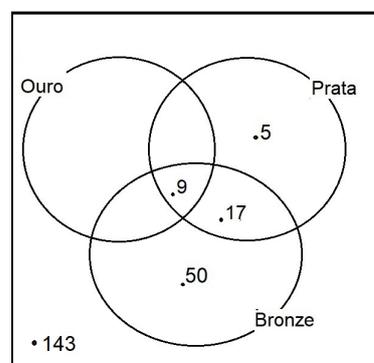


Figura 4.14: Composição das Categorias

**Fonte:** Autor.

É importante ressaltar que um mesmo município pode estar presente em mais de uma categoria, para tanto, basta que o mesmo tenha medalhas em dada categoria. De acordo com o diagrama de Venn da Figura 4.14, podemos afirmar que dos 81 municípios medalhistas, apenas 9 municípios possuem medalhas nas três categorias, 17 possuem medalhas em apenas duas categorias (prata e bronze), e 55, possuem em apenas uma categoria (prata ou bronze). Sendo assim podemos dizer que a categoria bronze é quase a “união de todas as categorias”. Do total de municípios medalhistas (81), apenas 5

não possuem medalhas de bronze: Nazária, Sebastião Leal, Sigefredo Pacheco, Caracol e Nossa Sra dos Remédios.

### 4.3.1 Medalhas de Ouro

Na Tabela 4.14, apresentamos a frequência absoluta e a frequência relativa dos municípios medalhistas e não medalhistas na categoria ouro, bem como suas respectivas populações.

Tabela 4.14: Municípios com a População que Eles Representam - Ouro (2005-2019)

Medalhas de Ouro	Municípios	Populações
Medalhistas	9(4%)	1.220.430(37%)
Municípios Não Medalhistas	215(96%)	2.052.797(63%)
<b>TOTAL</b>	<b>224</b>	<b>3.273.227</b>

**Fonte:** Autor

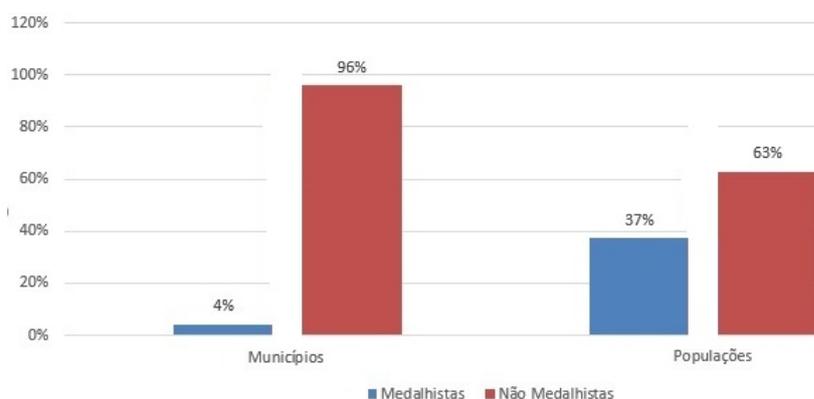


Figura 4.15: Municípios x Populações (Ouro)

**Fonte:** Autor.

Observamos que do total de municípios, apenas 4% conquistaram pelo menos uma medalha de ouro e o restante, 96% **não** conquistou nenhuma medalha de ouro na OBMEP no período de 2005 a 2019. Quando comparamos os medalhistas e os não medalhistas em termos de população essa diferença diminuiu significativamente, mostrando que existe um desempenho bem superior a aquele que encontramos ao comparar os municípios nessa categoria. Para termos uma ideia, o percentual de medalhistas mudou de 4% para 37%. Por outro lado, o percentual de Não medalhista caiu de 96% para 63%.

### 4.3.2 Medalhas de Prata

A Tabela 4.15 abaixo apresenta a frequência absoluta e a frequência relativa dos municípios medalhistas e não medalhistas na categoria prata, bem como suas respectivas populações.

Tabela 4.15: Municípios com a População que Eles Representam - Prata (2005-2019)

Medalhas de Prata	Municípios	Populações
Medalhistas	31(14%)	1.653.962(50,53%)
Municípios Não Medalhistas	193(86%)	1.619.265(49,47%)
<b>TOTAL</b>	<b>224</b>	<b>3.273.227</b>

**Fonte:** OBMEP (2020).

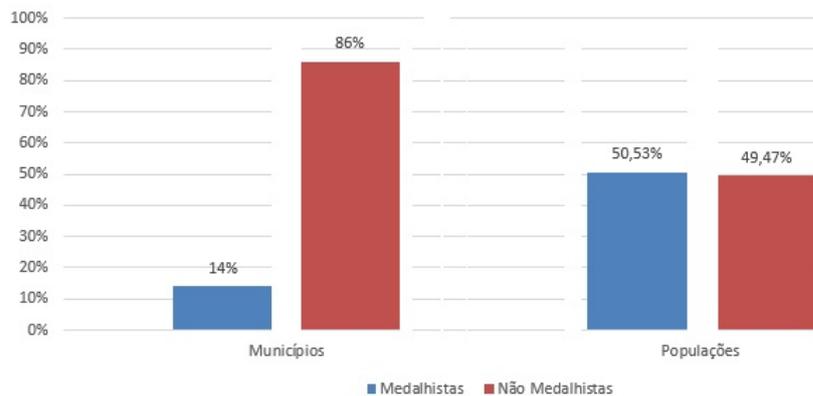


Figura 4.16: Municípios x Populações (Prata).

**Fonte:** Autor.

Percebe-se nessa tabela que 14% dos municípios conquistaram pelo menos uma medalha de prata e o restante, 86% **não** conquistou nenhuma medalha de prata na OBMEP nesse período. Podemos ainda perceber que a percentual de municípios contemplados com medalhas de prata, assim como na categoria anterior, ainda se mostra insatisfatório. No entanto, em termos populacionais, essa diferença é estritamente superada. O gráfico da Figura 4.16, corrobora essa assertiva.

### 4.3.3 Medalhas de Bronze

A Tabela 4.16 abaixo reuniu a representatividade dos municípios com sua respectiva população na categoria medalhas de bronze e apresenta a frequência absoluta

e a frequência relativa dos medalhistas e não medalhistas na categoria.

Tabela 4.16: Municípios com a População que Eles Representam - Bronze (2005-2019)

Medalhas de Bronze	Municípios	Populações
Medalhistas	76(34%)	2.219.492(67,81%)
Não Medalhistas	148(66%)	1.053.735(32,19%)
<b>TOTAL</b>	<b>224</b>	<b>3.273.227</b>

**Fonte:** Autor .

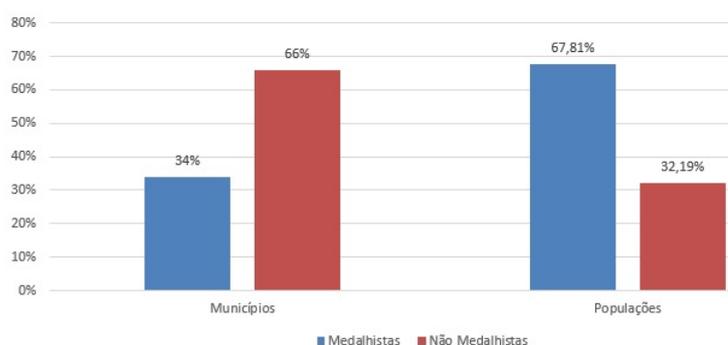


Figura 4.17: Municípios x Populações (Bronze).

**Fonte:** Autor.

Observa-se segundo a Tabela 4.16, que nessa categoria, o percentual de municípios medalhistas é o mais expressivo entre as três e se assemelha ao cenário inicial antes de desdobramento da análise por categorias. Isso ocorre porque o que as diferenciam é apenas a ausência, nesse acaso, daqueles 5 municípios. De forma que uma análise nesse caso, incorre na análise introdutória desta seção. Para não incorreremos na mesma análise, faremos um análise geral sobre o desenvolvimento do Piauí em torno das três categorias, embasada nas três comparações aqui vistas.

Sabemos que se considerarmos apenas o percentual dos municípios medalhistas, veremos que esse desempenho é tímido e restrito a poucos municípios, mas quando observado em termos populacionais, ele se mostra muito mais representativo, visto que esses percentuais aumentam significativamente. Note que os municípios medalhistas em bronze representam 34%, enquanto a população, nessa mesma categoria, representa 67,81% (quase o dobro). Já os municípios na categoria prata representam 14%, enquanto sua população, 50,53% (mais que triplicou). E na categoria ouro, o placar é mais surpreendente, os municípios representam apenas 4%, já a população, supera até o maior o

percentual então conquistado pelos municípios (34) e atinge 37%. Esse contraste se justifica porque há uma pequena parcela de municípios piauienses com muitas medalhas, que trazem consigo uma grande parcela da população, ocasionando essa má distribuição de medalhas entre os municípios, pois sabemos que quantos mais pessoas envolvidas, participando, maior será a chance de conquista de medalhas no município. “A população representa o universo onde potenciais talentos podem ser encontrados. Portanto, quanto maior a população, maior a probabilidade de se encontrar um atleta olímpico, tudo o mais mantido constante” (OLIVEIRA, 2015)[29].

A comparação dos municípios com as populações nos fez ver que o desempenho é bem maior do que pensamos, e que o mesmo dá indícios de sofrer influência do número populacional, possível responsável pela concentração das medalhas a um número reduzido de municípios do estado do Piauí.

Observou-se que a capital, Teresina, possui uma população de 864.845 habitantes, aproximadamente, segundo o IBGE (2019), isso representa mais que 25% da população do estado do Piauí. A capital retém sozinha, 40,780% das medalhas de bronze do estado. Contrariando a questão populacional, o município de Cocal dos Alves deslumbra sozinho o maior percentual de medalhas de ouro no estado, 45%. O município apresenta uma população de 6.153 habitantes, aproximadamente. Para termos uma ideia da dimensão desse município em termos populacionais, este valor representa menos de 0,2% da população do estado do Piauí.

Essa concentração de medalhas com vimos, pode estar relacionada com a população, mas não determinada por ela, é o caso de Cocal dos Alves e de outros municípios cuja população é considerada, relativamente pequena, porém, com históricos de medalhas.

## 4.4 Classificação dos Municípios com Medalhas em Todas as Categorias

A classificação dos municípios com medalhas em todas as categorias foi feita com base no número de medalhas de ouro que cada município obteve na OBMEP no período de 2005 a 2019, tendo como critério de desempate, o número de medalhas de prata, e posteriormente do número de medalhas de bronze conquistados nesse mesmo período. O município de Cocal dos Alves é o primeiro colocado na Tabela de Classificação,

tendo obtido 45 medalhas de ouro, 72 de prata e 110 de bronze e o último colocado é o município de Lagoa Alegre com 1 medalhas de ouro, 2 de prata e 4 de bronze. A Tabela com a classificação é reproduzida a seguir.

Tabela 4.17: Ranking Piauienses na OBMEP (2005-2019) com Base em Medalhas de Ouro

Ordem	Município	Ouro	Prata	Bronze	Total
1	Cocal dos Alves	45	72	110	227
2	Teresina	38	81	272	391
3	Piripiri	6	4	16	26
4	Parnaíba	5	16	27	48
5	Capitão de Campos	2	10	21	33
6	Oeiras	1	4	22	27
7	Piracuruca	1	4	14	19
8	Campo Maior	1	3	9	13
9	Lagoa Alegre	1	2	4	7

**Fonte:** Autor

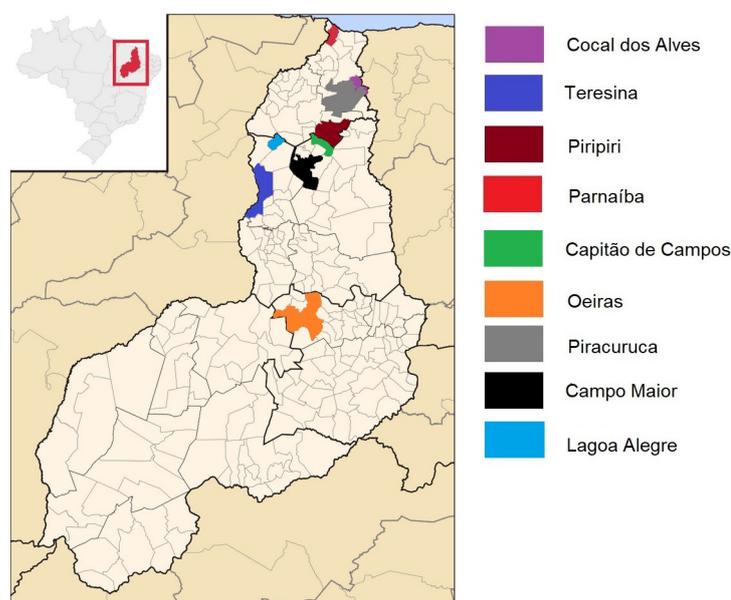


Figura 4.18: Municípios com Medalhas em Todas as Categorias

**Fonte:** Autor

Observando o Mapa do Piauí, percebemos que 4 destes municípios estão localizados na região Centro-Norte (Teresina, Lagoa Alegre, Campo Maior e Capitão de

Campos), 4 na região Norte (Parnaíba, Cocal dos Alves, Piracuruca e Piripiri) e apenas 1 na região Sudeste do Estado. Vale a pena ressaltar que Oeiras, é o único município da região Sudeste nessa classificação, ocupa 6ª posição, deixando para trás três municípios: dois da região Centro-Norte e um da região Norte.

Os municípios destacados acima são aqueles já mencionados anteriormente, e representam apenas 4% dos municípios piauienses, um percentual de municípios medalhistas considerado pequeno. No entanto, a junção desses 9 municípios concentra cerca de 37% da população do estado, um percentual razoável que supera em 4,81%, o percentual da população dos municípios que nunca obtiveram nenhum tipo de medalha. Pelo que percebemos, a concentração de medalhas nesses municípios é muito mais desproporcional ao número percentual de municípios do que ao percentual da população a qual eles pertencem, além desses não ocorrerem de forma homogênea nesses municípios, pois só a capital Teresina retém mais de 25% da população do estado, algo já constatado através do número populacional fornecido pelo IBGE.

#### 4.4.1 Classificação Considerando o Número de Habitantes

É notório que o número de habitantes (salvo as exceções) tende a influenciar o resultado do número de medalhas conquistadas, por isso uma classificação levando em consideração essa variável, seria bem mais justa e interessante. Observe a Tabela 4.18 e veja como ficou essa classificação conforme o **Índice de Medalhas de Ouro por Habitantes** (IMOH).

Tabela 4.18: Ranking dos Municípios Piauienses na OBMEP com Base no IMOH

Ordem	Município	Ouro	Prata	Bronze	Total	Hab.	IMOH
1	Cocal dos Alves	45	72	110	227	6.153	7,313
2	Capitão de Campos	2	10	21	33	11.417	0,175
3	Lagoa Alegre	1	2	4	7	8.542	0,117
4	Piripiri	6	4	16	26	63.742	0,094
5	Teresina	38	81	272	391	864.845	0,044
6	Piracuruca	1	4	14	19	28.791	0,035
7	Parnaíba	5	16	27	48	153.078	0,033
8	Oeiras	1	4	22	27	37.029	0,027
9	Campo Maior	1	3	9	13	46.833	0,021

Fonte: Autor

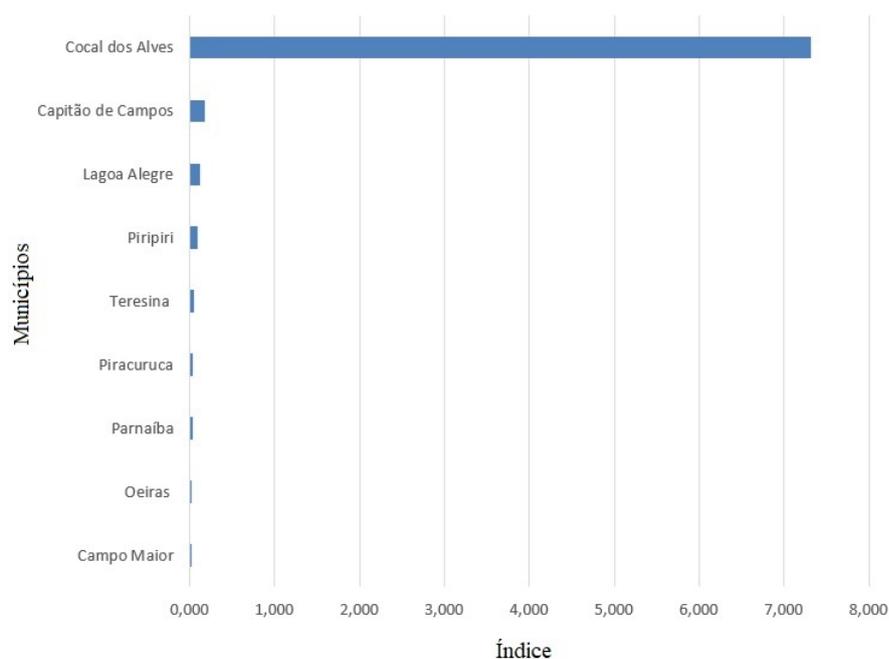


Figura 4.19: IMOH de Performance dos Principais Municípios Medalhistas (2005-2019)

Note que em primeiro lugar, está o município de Cocal dos Alves, único município do Estado do Piauí que possui um índice-IMOH maior do que 1(7,313). Em segundo lugar se encontra o município de Capitão de Campos com IMOH igual a 0,175, em terceiro, Lagoa Alegre com 0,117. A capital Teresina, para nossa surpresa, apareceu em quinto lugar, com 0,044. Este resultado, assim como em outras pesquisas, aponta que cidades pequenas do interior, com um número populacional reduzido, tendem a apresentar um resultado melhor que os grandes centros, aqui no Estado do Piauí, não foi diferente. Porém, muitas cidades pequenas do interior do Estado do Piauí, ainda continuam no anonimato em se tratando da maior olimpíada de Matemática do Brasil (OBMEP).

Fazendo um balanço entre as duas tabelas: Medalhas de Ouro x Medalhas de Ouro por Habitantes. Percebemos que Cocal dos Alves foi o único município que não sofreu alteração em sua colocação, sendo que os demais ficaram assim:

- **Teresina** caiu de 2º para 5º colocação:  $-3$ ;
- **Piripiri** caiu de 3º para 4º colocação:  $-1$ ;
- **Parnaíba** caiu de 4º para 7º colocação:  $-3$ ;
- **Capitão de Campos** subiu de 5º para 2º colocação:  $+3$ ;
- **Oeiras** caiu de 6º para 8º colocação:  $-2$ ;

- **Piracuruca** subiu de 7º para 6º colocação: +1;
- **Campo Maior** caiu de 8º para 9º colocação: -1;
- **Lagoa Alegre** subiu de 9º para 3º colocação: +6.

Note que Teresina e Parnaíba foram os municípios que mais sofreram nesse cenário, enquanto o município de Lagoa Alegre teve destaque, pois saiu de última colocação para o 3º lugar.

## 4.5 Comparação com os Estados Brasileiros

Observe a Tabela 4.19, ela mostra de forma organizada os estados da Região Nordeste do Brasil, com seus respectivos resultados alcançados de Medalhas de Ouro, Prata, Bronze e o somatório de medalhas no período de 2005 a 2019. A mesma se encontra organizada, em ordem decrescente do número de medalhas de Ouro adquirida na OBMEP no período, cujo o critério de desempate é o mesmo das tabelas anteriores.

O estado do Piauí ocupa a 4º colocação, seguido da Bahia em 3º, do Pernambuco em 2º e do Ceará em 1º.

Tabela 4.19: Ranking Nordeste: Número Absoluto de Medalhas na OBMEP (2005-2019)

Ordem	Estados do Nordeste	Ouro	Prata	Bronze	Total
1	Ceará	306	712	1.788	2.806
2	Pernambuco	199	497	1.101	1.797
3	Bahia	199	406	1.055	1.660
4	Piauí	100	228	667	995
5	Rio Grande do Norte	64	201	730	995
6	Paraíba	51	119	599	769
7	Alagoas	21	103	635	759
8	Maranhão	19	99	623	741
9	Sergipe	13	60	559	632

**Fonte** Autor

A Tabela ainda mostra que o estado do Piauí e do Rio Grande do Norte apresentam o mesmo número de medalhas (995), ou seja, parecem empatados, mas o Piauí se destacou por possuir mais medalhas de Ouro, o que lhe valeu a 4º posição. Note que Sergipe foi o último colocado, de sorte, sua população é a menor da Região

Nordeste. O Piauí é a segunda menor população do Nordeste, só ganha na Região, em termos populacionais, do estado de Sergipe, no entanto a Tabela 4.19 nos revela que nosso desempenho superou nas olimpíadas mais da metade dos estados da região.

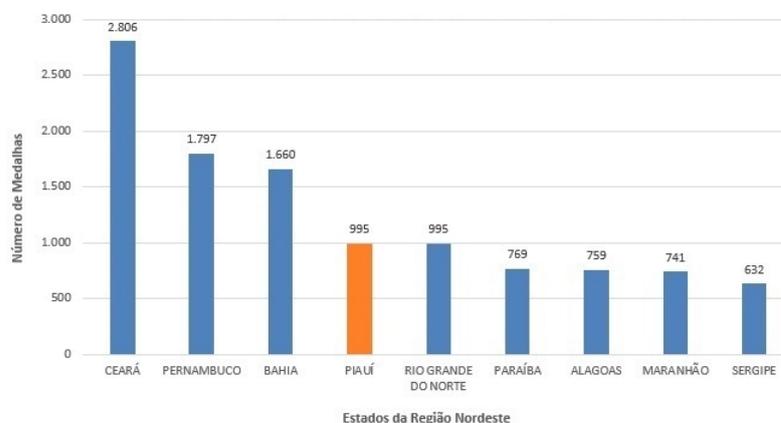


Figura 4.20: Medalhas Obtidas na OBMEP por Cada Estado Nordestino (2005-2019)

Apresentamos a seguir algumas medidas descritivas referentes aos dados olímpicos da Região Nordeste.

Tabela 4.20: Medidas Descritivas na Região Nordeste por Estado.

Medidas descritivas	Ouro	Prata	Bronze	Geral
Média	108	269,4	861,9	1239
Mediana	64	201,0	667,0	995
Moda	199	—	—	995
Variância	10691,25	49492,8	159615,4	516364,8
Desvio Padrão	103,3985	222,4697	399,5189	718,5852
CV	95,74%	82,58%	46,35%	58%

**Fonte** Autor

Calculando os coeficientes da variação para as médias acima, percebemos que, pelos valores encontrados, a média não é representativa para alguns conjuntos de dados, segundo os coeficientes apresentados, pois seus valores representam um alto nível de variabilidade entre os dados da média. Conforme já foi discutido em seções anteriores, e agora podemos constatar novamente, a categoria bronze é que apresenta menor variabilidade em torno da média. Recapitulando um pouco sobre os totais de medalhas conquistadas pelo Piauí na OBMEP, temos: 100 medalhas de ouro, 228 medalhas de prata e 667 medalhas de bronze. E de posse desses resultados, podemos inferir que o desempenho do Piauí na OBMEP pode ser considerado superior ou igual ao mediano, pois o Estado do Piauí está

acima do número médio de medalhas nas categorias ouro e prata, e mantém o número médio na categoria bronze entre os estados da região Nordeste.

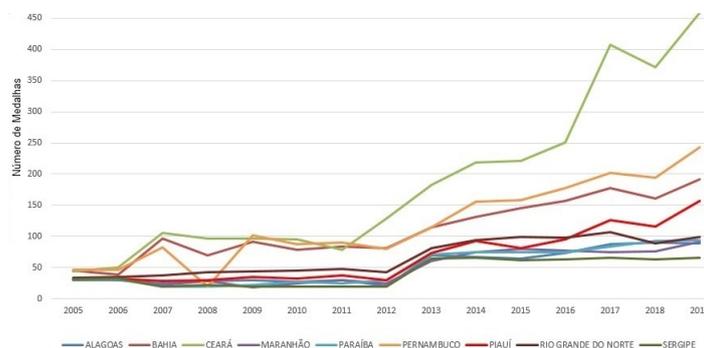


Figura 4.21: Evolução dos Estados da Região Nordeste no Período de 2005 a 2019.

**Fonte:** Autor

Pelas informações da Figura 4.21, podemos perceber a partir de 2012 todos estados tiveram um crescimento mais ascendente. O estado do Ceará se manteve isolado na liderança da competição na região, enquanto o estado do Piauí disputava ferrenhamente a 4<sup>o</sup> posição com o estado do Rio Grande do Norte, feito conquistado a partir de 2016.

### 4.5.1 Comparação Considerando o Número de Habitantes

Faremos agora uma comparação entre os mesmos estados, porém tomando como base o número de medalhas de ouro por número de habitantes relativo a cada estado. Veja na tabela a seguir como ficou o ranking dos estados segundo o Índice de Performance, do melhor para o pior desempenho.

Tabela 4.21: Ranking da Região Nordeste na OBMEP (2005-2019) com Base no IMOH

Ordem	Estados	Ouro	Pop.	IMOH
1	Ceará	306	9.132.078	0,033
2	Piauí	100	3.273.227	0,030
3	Pernambuco	199	9.557.071	0,020
4	Rio G. do Norte	64	3.506.853	0,018
5	Bahia	199	14.873.064	0,013
6	Paraíba	51	4.018.127	0,012
7	Alagoas	21	3.337.357	0,006
8	Sergipe	13	2.298.696	0,005
9	Maranhão	19	7.075.181	0,002

**Fonte:** Autor

A classificação da Tabela 4.21, mostra que o estado do Piauí só fica atrás em performance na OBMEP para o estado do Ceará que manteve sua posição de primeiro lugar no ranking. Em comparação com a Tabela 4.19, percebemos o seguinte:

- três estados permaneceram em suas posições, foi o caso do Ceará (1<sup>a</sup>), Paraíba (6<sup>a</sup>) e Alagoas (7<sup>a</sup>).
- três subiram de posições: Piauí (4<sup>a</sup> → 2<sup>a</sup>), Rio Grande do Norte (5<sup>a</sup> → 4<sup>a</sup>) e Sergipe (9<sup>a</sup> → 8<sup>a</sup>).
- e três desceram de posições: Pernambuco (2<sup>a</sup> → 3<sup>a</sup>), Bahia (3<sup>a</sup> → 5<sup>a</sup>) e Maranhão (8<sup>a</sup> → 9<sup>a</sup>)

Em termos populacionais, como sabemos, o estado do Piauí só fica na frente do estado de Sergipe (a menor população da região Nordeste), percebe-se que nessa comparação o Piauí superou até mesmo o estado mais populoso (Bahia) de sua região, isto mostra mais uma vez que a população influencia, mas não é determinante do desempenho e que esse vai muito mais além do que podemos descrever através de números.

Observamos também que, apesar de existir uma grande diferença entre os estados do Piauí e do Ceará, em termos de número de medalhas de ouro e de população, a diferença de IMOH entre os dois estados é aparentemente pequena, aproximadamente 0,003 medalhas de ouro por 1000 habitantes. No entanto essa diferença supera o desempenho do estado do Maranhão, o que nos leva a crer que essa diferença não é tão pequena assim quanto pensamos. Veja o gráfico abaixo que corrobora com essa assertiva.

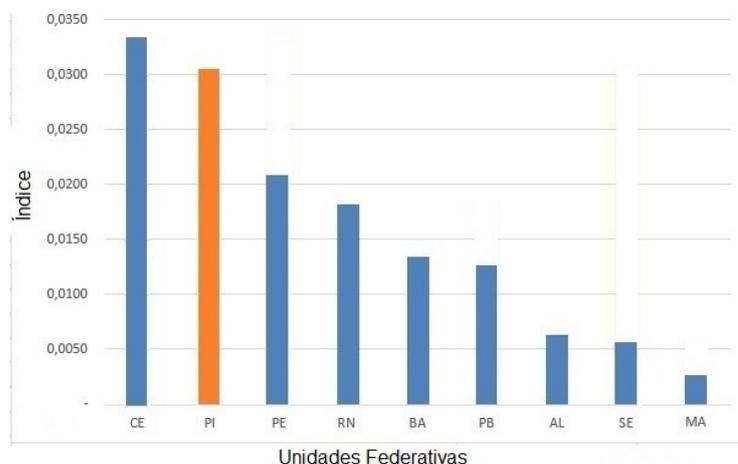


Figura 4.22: Índice de Performance dos Estados Nordestinos (2005-2019)

Fonte: Autor

### 4.5.2 Comparação com Todas Unidades Federativas

A Tabela 4.22 foi destacada do Apêndice G, que mostra o quadro geral de medalhas na OBMEP no período de 2005 a 2019 e os resultados alcançados por todas unidades da federação. Na Tabela 4.22 se encontram organizadas em ordem decrescente do número de medalhas de ouro, as 10 primeiras posições desse apêndice. Observe que o estado do Piauí não se encontra nessa lista, pois o mesmo ocupa a 13ª posição no ranking de conquista de medalhas na OBMEP, de acordo com Apêndice G.

Tabela 4.22: Ranking dos Medalhas de Todos Estados do Brasil

Nº	Estados Brasileiros	Ouro	Prata	Bronze	Total (F.)	F.R.	F.R.A.
1	Minas Gerais	1.646	3.879	10.696	16.221	23,15%	23,15%
2	São Paulo	1.299	3.489	9.939	14.727	21,02%	44,17%
3	Rio de Janeiro	763	1.478	2.639	4.880	6,97%	51,14%
4	Rio Grande do Sul	470	925	2.287	3.682	5,26%	
5	Paraná	456	1.077	2.689	4.222	6,03%	
6	Ceará	306	712	1.788	2.806	4,01	
7	Santa Catarina	301	686	2.031	3.018	4,31%	
8	Distrito Federal	285	604	1.207	2.096	2,99%	
9	Pernambuco	199	497	1.101	1.797	2,56%	
10	Bahia	199	406	1.055	1.660	2,37%	

**Fonte:** Autor

O estado que mais conquistou medalhas foi o de Minas Gerais, com 16.221, sendo que 1.646 foram de ouro, 3.879 de prata e 10.696 de bronze, seguido de São Paulo com 14.727, e Rio de Janeiro com 4.880.. Note que estes três estados juntos têm mais medalhas que o restante do Brasil, ou seja, 51,14% das medalhas concedidas na OBMEP está em posse desse trio. O estado com o menor número de medalhas nessa lista de 10, é o Estado da Bahia, com 1.660, sendo 199 de ouro, 406 de prata e 1.055 de bronze, conforme Apêndice G desta pesquisa.

O gráfico da Figura 4.23, mostra a representatividade de cada unidade da federação com base no número total de medalhas conquistadas no período de 2005 a 2019. Note que existe uma grande vantagem envolvendo os estados de Minas Gerais e São Paulo em relação os demais. Ao observamos o estado do Piauí nesse gráfico percebemos que seu desempenho é parecido com o desempenho da maioria dos estados brasileiros, porém relativamente baixo comparado aos dois estados acima citados. A seguir, destacamos

algumas medidas descritivas referentes aos dados olímpicos (OBMEP) englobando todos estados brasileiros.

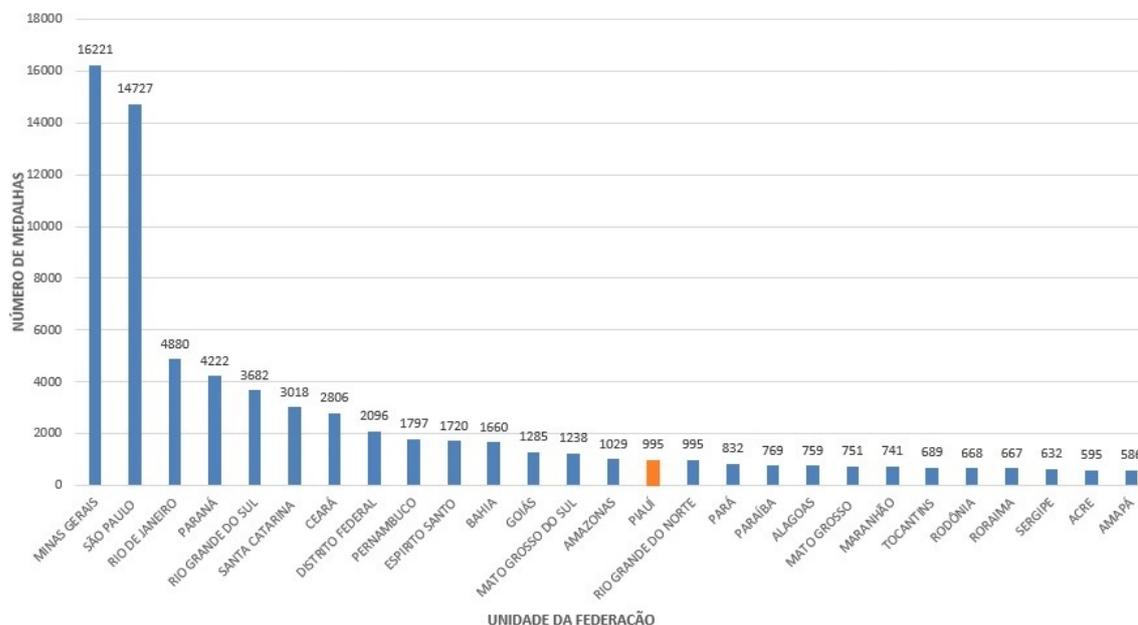


Figura 4.23: Medalhas Obtidas por Cada Unidade Federativa na OBMEP, 2005-2019

Fonte: Autor

Tabela 4.23: Medidas Descritivas com Base em Todos Estados do Brasil.

Medidas descritivas	Ouro	Prata	Bronze
Média	249	610,5	1.735,3
Mediana	83	228	741
Desvio Padrão	399,3864	955,9826	2560,425
CV	160,3723%	156,5949%	147,5498%

Fonte: Autor

Observamos que no cenário nacional os valores médios em cada categoria são muito altos, talvez aqui sendo influenciado por alguns dos valores discrepantes. Os desvios padrão são muito grandes, todos maiores do que a própria média, evidenciando um alto índice de variabilidade entre os estados.

Nos Box Plots da Figura 4.24, podemos perceber a presença de valores extremos (outliers) em todas as categorias de medalhas, evidenciando a variabilidade dos números apresentados na Tabela 4.23, e Segundo Medri (2011, p.31) [24],

Como a média é influenciada por valores extremos da distribuição, ela só deve ser utilizada em distribuições simétricas, ou levemente assimétricas, e em distribuições não heterogêneas. Sua aplicação nos dois casos acima é precária e de

pouca utilidade prática, pois perde sentido prático e capacidade de representar a distribuição que a originou.

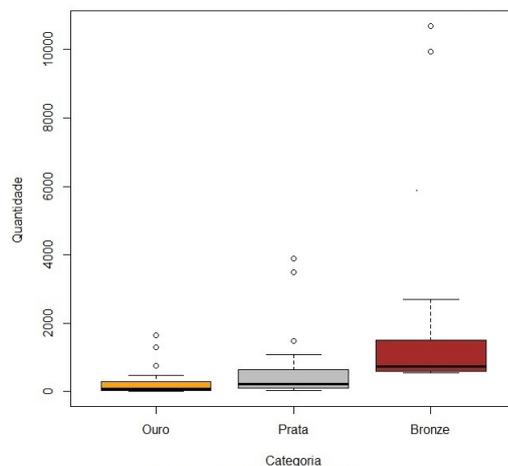


Figura 4.24: Box Plot das Categorias a Nível Nacional

**Fonte:** Autor

É bom lembrar que os valores apresentados pelo Piauí são os seguintes: 100 medalhas de ouro, 228 medalhas de prata e 667 medalhas de bronze. Se compararmos esses resultados com as respectivas medianas apresentadas na Tabela 4.23, veremos que ouro apresenta um valor acima da mediana, a prata apresenta seu valor igual a mediana e o bronze, um valor menor que a mediana. Sendo assim, podemos inferir ao Piauí um bom resultado a nível nacional, visto que o ouro e a prata considerados melhores do que o bronze em se tratando de uma competição, pois são as medalhas mais desejadas comparadas à categoria bronze.

### 4.5.3 Comparação Considerando o Número de Habitantes

Quando comparamos o período olímpico da OBMEP que vai de 2005 a 2019 considerando o número de medalhas de ouro por habitantes em cada estado brasileiro, obtemos a classificação das Unidades Federativas com base IMOH.

No Apêndice F, encontraremos a lista completa com todas as Unidades Federativas. Aqui, nesse contexto, apresentamos a Tabela 4.24, e destacamos apenas as 10 primeiras colocações no ranking nacional. O Distrito Federal ficou na primeira colocação no número de medalhas de ouro conquistadas por habitantes. Com uma população de 3.015.268 habitantes, essa unidade federativa conquistou 285 medalhas de ouro, o que

significa que esta conquista lhe rendeu cerca de 0,095 medalhas por cada mil habitantes. As Minas Gerais ficaram na segunda posição geral, seguida pelo Mato Grosso do Sul. O Piauí ocupa a 10ª posição nesse ranking. Sua performance equivale a aproximadamente 0,031 medalha de ouro por cada mil habitantes.

Tabela 4.24: Os 10 Mais do Brasil na OBMEP com Base no IMOH.

Nº	Estados Brasileiros	Ouro	Pop.	IMOH.
1	Distrito Federal	285	3.015.268	0,095
2	Minas Gerais	1.646	21.168.791	0,078
3	Mato Grosso do Sul	137	2.778.986	0,049
4	Rio de Janeiro	763	17.264.943	0,044
5	Santa Catarina	301	7.164.788	0,042
6	Rio Grande do Sul	470	11.377.239	0,041
7	Paraná	456	11.433.957	0,040
8	Espírito Santo	139	4.018.650	0,035
9	Ceará	306	9.132.078	0,034
10	Piauí	100	3.273.227	0,031

**Fonte:** Autor

Ao observarmos detalhadamente a Tabela 4.24, percebemos que, apesar da população representar um impacto positivo na conquista de medalhas, ela sozinha não consegue explicar tudo, pois como mostra gráfico da Figura 4.25, das três menores populações dessa lista, duas ocuparam posição de destaque no ranking, foi o caso do Distrito Federal e do Mato G. do Sul, e das três maiores, apenas uma ocupou uma posição destaque, foi o caso do Estado de Minas Gerais, a maior população dessa lista dos 10 Mais do Brasil na OBMEP, segundo o índice de performance IMOH.

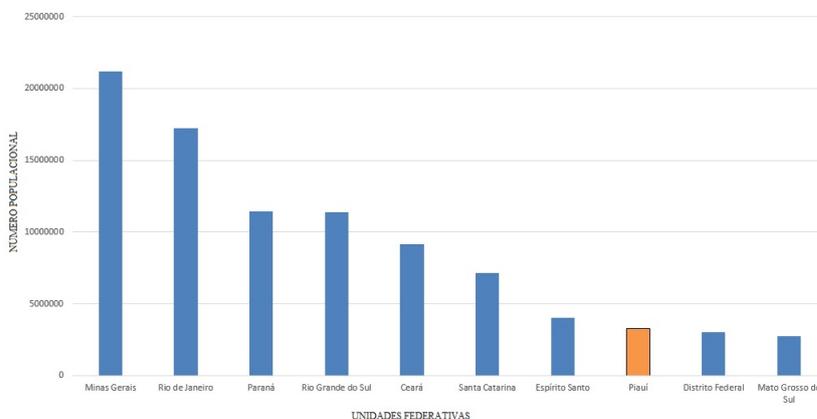


Figura 4.25: Os 10 Mais do Brasil na OBMEP: Número Populacional Estimado (2019)

**Fonte:** Autor

Estudos mostram que outros tipos de competições olímpicas, por exemplo, competições esportivas, apresentam muitas variáveis que influenciam no desempenho de seus competidores. Segundo Lacerda (2011, p.327)[20], “a maioria dos artigos aponta o PIB ou o PIB per capita como o melhor previsor de sucesso olímpico, seguido pela população. O PIB serve como medida de recursos disponíveis”. O autor ainda diz que existem outros fatores que influenciam esse resultado e que pesquisadores esforçaram-se para identificá-los e que por meio desses estudos foi revelada a importância de algumas outras variáveis explicativas, denominadas como variáveis dummies. No entanto, quando se trata de desempenho escolar, além destas variáveis explicativas, podem existir outras variáveis indicadoras do desempenho, muitas delas estão relacionadas com o cotidiano escolar, como por exemplo, as dinâmicas que ocorrem nas salas de aula, entre professores e alunos, e as características estruturais da escola (PALERMO, 2014, p. 387)[30]. Para Andrade (2007, p.33)[3],

Depois de controlar o efeito das variáveis de seletividade e composição escolar verificou-se uma correlação intraclasses de 0,17. Isso significa que 17% da variância no desempenho escolar podem ser atribuídos ao nível da escola. No modelo multinível final foram incluídas sete variáveis referentes ao aluno e nove variáveis referentes à escola.

Essas variáveis também podem estar associadas a fatores, tais como: região do país, classe social, condições da escola, das famílias, entre outros (COCCO, 2013, p.28)[9]. A partir daí entendemos que o estudo do desempenho do Piauí na OBMEP pode envolver inúmeras variáveis, muitas delas complexas e que forjem ao real objetivo desta pesquisa. No entanto em nossa análise, as variáveis que nos propusemos a examinar, parecem estar no rol das mais utilizadas nesse tipo de análise. Apresentaremos a seguir, uma tabela com o resumo dos testes de correlação envolvendo o número de medalhas de ouro com as variáveis relevantes aos estados brasileiros.

A Tabela 4.25 mostra o resumo do teste de Correlação de Pearson envolvendo o número de medalhas de ouro e as seguintes variáveis: População, Matrículas na Educação Básica, IDH, IDEB e PIB; todas referentes aos estados brasileiros e com teste de correlação ao nível de significância de 0,05.

Como podemos ver na Tabela 4.25, o valor de P é menor que 0,050 para as variáveis: População, Matrículas, PIB e IDH. Logo, existe uma relação significativa entre

essas quatro variáveis e o número de medalhas de ouro. Note que o valor de  $r = 0,831$ , obtido para a variável população que sugere uma correlação positiva e muito forte, ou seja, conforme a população do estado aumenta, o número de medalhas de ouro tendem a aumentar. A mesma conclusão temos sobre o número de Matrículas na Educação Básica, do PIB e do IDH, porém neste último caso, o valor de  $r$  é classificado como moderado.

Tabela 4.25: Resumo da Correlação com o Número de Medalhas de Ouro

Variáveis	Valor P	Coefficiente de correlação (r)	Número de estados
População	0,0000008217	0,831	27
Matrículas E.B.	0,0000005483	0,800	27
PIB	0,00000636	0,751	27
IDH	0,00796	0,500	27
IDEB	0,107	0,317	27

Fonte: Autor

Veja que para a variável IDEB, temos  $P > 0,050$ . Logo concluímos que não há relação significativa entre esta variável e o número de medalhas de ouro, ou seja, não há relações significativas entre o IDEB e o número de medalhas de ouro, é o que mostra Tabela 4.25 de correlação, de acordo com o nível de significância adotado. A seguir, apresentamos os diagramas de dispersão para as variáveis que apresentaram uma relação significativa com o número de medalhas de ouro, bem como a reta de regressão linear simples para cada uma delas.

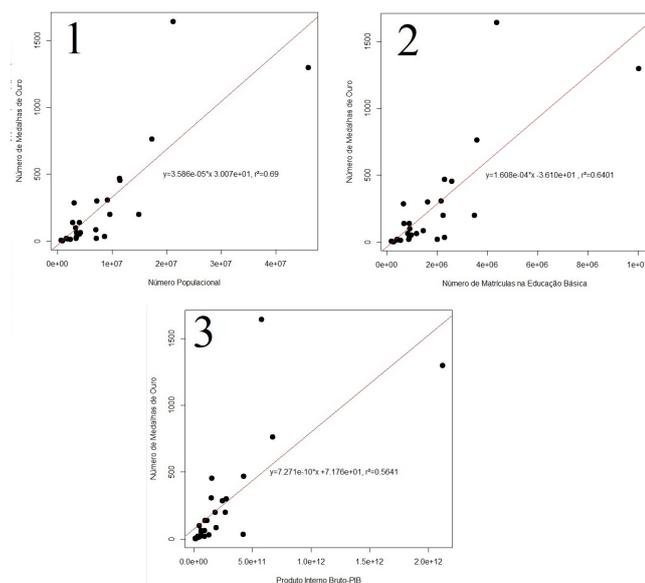


Figura 4.26: Diagrama de Dispersão e Reta de Regressão das Variáveis Significativas

Fonte: Autor

Observando o diagrama 1, podemos notar que no início, quando a população é menor, ocorre uma aglomeração do número de medalhas de ouro (os valores estão mais próximos uns dos outros), porém, à medida que população aumenta ocorre uma dispersão do número de medalhas (os valores ficam mais distantes uns dos outros) e como consequência, eleva-se o número de medalhas de ouro para uma minoria dessas populações. No diagrama 2, com a variável matrícula, percebemos algo bem semelhante com o que ocorreu com população. À medida que as matrículas aumentam há também uma maior dispersão no número de medalhas, provocando aquele elevado número de medalhas de ouro para apenas uma minoria. No terceiro diagrama, o número de medalhas de ouro apresentar a maior concentração inicial, porém com o aumento do PIB, ocorre também uma dispersão muito parecida com as demais.

Por fim, sobre o coeficiente de correlação de Pearson ao quadrado, ou seja,  $r^2$ , conhecido na literatura como coeficiente de determinação. Esse coeficiente nos dá o percentual de variação da variável dependente (medalhas de ouro) que é explicado pela variável independente (População, Matrícula ou PIB). No caso dos Estados, temos:

- 69% da variação das número de medalhas de ouro é explicada pela população.
- 64,01% variação das medalhas de ouro é explicada pela Matrículas e
- 56,41% da variação do medalhas de ouro é explicado pelo PIB.

Podemos concluir que os modelos apresentados na Figura 4.26 não são significativos, pois a nuvem de dispersão não se distribui de forma homogênea sobre a reta de regressão, além de apresentar alguns valores atípicos que prejudicam o ajuste dos modelos apresentados, tornando-os não representativos para os dados. Isso pode ser também consequência do pequeno tamanho da amostra.

## 5 CONCLUSÃO

Inicialmente, através de uma análise sobre o número de medalhas conquistadas, percebemos que o Estado vem apresentando um crescimento em seu desempenho ao longo dos anos, e que embora os percentuais de medalhas conquistadas em cada categoria sejam distintos em relação ao todo conquistado, eles representam frequências estatisticamente iguais quando seu referencial é o todo concedido pela OBMEP, mostrando que não existe nenhuma prevalência de frequências entre as categorias ouro, prata ou bronze ao nível de 5% significância. Com isso, podemos inferir que o número de medalhas conquistadas em cada categoria é diretamente proporcional ao total de medalhas concedidas em cada categoria pela OBMEP no período de 2005 a 2019.

Ainda em relação às categorias de medalhas, foi constatado que as mesmas apresentam um alto coeficiente de variabilidade, principalmente as categorias ouro e prata. A categoria bronze foi a que se mostrou “menos heterogênea”, apresentando um coeficiente de variação igual a 66,53%. O que leva a concluir que o número de medalhas conquistado por categoria pelo Piauí em cada edição é muito instável, e isso pode prejudicar, de certa forma, a previsão do seu desempenho, devido aos altos coeficientes de variabilidade das medalhas.

Na análise dos municípios, foram observados que os municípios com melhores resultados estão localizados nas mesorregiões Norte e Centro-Norte e os com piores, na Sudeste e Sudoeste, essa última mesorregião ainda sem conquistas de medalhas na categoria ouro. Dos 224 municípios, apenas 81 conquistaram algum tipo de medalhas, entre eles, podemos destacar, os dez municípios piauienses que mais conquistaram medalhas na OBMEP no período 2005-2019, são eles: Beditinos, Lagoa Alegre, Campo Maior, Piracuruca, Oeiras, Capitão de Campos, Parnaíba, Piripiri, Teresina e Cocal dos Alves. Esses dois últimos, são os que concentram a maior parte da coleção de medalhas conquistadas pelo estado, alternando a liderança nas categorias prata, ouro e bronze, respectivamente.

Nessa análise, também se detectou que apesar da maioria dos municípios piauienses não ter ainda conseguido um bom desempenho frente à competição, a maior parcela da população do estado está estatisticamente engajada. Pois, enquanto os mu-

nicipios medalhistas representam 36,16% do total de municípios do estado, a população medalhista representa 69,11% de todo o estado, e como sabemos, é da população que se originam os verdadeiro talentos que a OBMEP se propõe a encontrar ou revelar. Sendo assim, inferimos que o desempenho que o estado vem tendo junto a OBMEP é muito mais significativo do que aquele que se obtém observando apenas o número de municípios contemplados na competição, que de acordo com os números, é muito pequeno, mas concentra a maior parcela populacional e talvez por isso, não deixa transparecer o real desempenho do Estado.

A performance dos municípios em função do número de medalhas de ouro por habitante (IMOH), nos revelou alguns destaques, entre eles, Capitão de Campos e Lagoa Alegre. Nesse cenário, o município de Lagoa Alegre é considerado o grande destaque olímpico, pois saiu da última classificação numa lista de 9, para 3º lugar dessa mesma lista, em virtude do fator população. Já Capitão de Campos, saiu de quinto lugar para segunda colocação, também em virtude da variável populacional.

Ainda através do uso índice de performance aplicado aos municípios com maior número de medalhas na OBMEP, pudemos perceber que os municípios de Teresina, Piri-piri, Parnaíba, Oeiras e Campo Maior parecem estar sendo influenciados negativamente pelo número populacional, pois a classificação desses municípios caem no ranking com o uso do indicador de performance-IMOH. Já os municípios de Lagoa Alegre, Piracuruca, Capitão de Campos e Cocal dos Alves dão indícios que sofrem uma influência positiva pois suas classificações ascendem no ranking com o uso desse indicativo.

Na comparação com os estados da região Nordeste, o estado do Piauí ocupa a 4ª posição no ranking de medalhista da OBMEP, e quando comparado considerando o número populacional, ou seja, utilizando o índice de performance-IMOH, o estado aparece em segundo, ficando atrás apenas do estado do Ceará. Aqui fica claro o desempenho do estado, pois sua performance superou até mesmo, estados com um nível populacional bem superior ao seu. No entanto, ficou evidente que um bom desempenho sofre influencia de outras variáveis, além do número populacional.

Na comparação com outros estados brasileiros, o Piauí ocupa a 13ª posição no ranking de medalhas, alcançando novamente um resultado acima do mediano. Porém, observamos que a maioria dos estados brasileiros, inclusive o Piauí, possui uma quantidade de medalhas bem inferior aos estados de Minas Gerais e de São Paulo (líder e vice-líder da

competição). Quando reclassificamos os estados utilizando o indicador de performance-IMOH, o estado do Piauí passa a figurar a 10<sup>a</sup> posição em número de medalhas de ouro por habitantes, subindo três degraus em relação a sua classificação anterior. As posições de primeiro e de segundo lugar que antes pertenciam a Minas Gerais e a São Paulo, respectivamente, agora pertencem ao Distrito Federal e às Minas Gerais, respectivamente. Também foi detectado que em alguns estados a variável populacional não influenciou em nada, foi o caso do Acre e do Amapá que continuaram sempre nas duas últimas posições do ranking.

O teste de correlação mostrou que entre as variáveis que mais influenciam o desempenho dos estados brasileiros na OBMEP, estão a população, as matrículas no ensino fundamental, o PIB e O IDH. No entanto, a literatura<sup>1</sup> mostra que existem inúmeras variáveis ligadas ao cotidiano do alunos que estão diretamente relacionadas com esse desempenho, das quais aqui não nos propusemos trabalhar em nossa pesquisa.

## 5.1 Considerações Finais

Entendemos que estudos sobre a OBMEP são relevantes para o meio acadêmico, pois tratam de um programa que promove a inclusão social por meio da difusão do conhecimento, almeja a melhoria da qualidade de Ensino da Matemática e serve como um instrumento de estímulo à procura de novas técnicas e formas de articulação para melhoria da educação escolar, auxiliando o trabalho dos profissionais da educação. Para o autor, trabalhar com este tema, representa mais que uma nova perspectiva de tentar compreender o envolvimento do estado do Piauí na OBMEP, é uma forma de ver e analisar o bom resultado de 15 anos dos esforços e dedicação de todas as pessoas envolvidas na execução da maior competição de matemática do Brasil, visando motivá-las a continuarem participando e incentivando milhares de alunos a continuarem adquirindo novos conhecimentos para que possam melhorar a educação do país.

Por se tratar de um tema ligado ao fomento de ações pedagógicas importantes para a vida em sociedade, como estimular a formação de cidadãos capazes de agir com inteligência, naturalidade ao ter que enfrentar seus problemas do dia a dia, sejam eles de ordem social, política ou econômica, a OBMEP trabalha com situações-problema

---

<sup>1</sup>Com base nos referenciais de [3], [9] e [30]

capazes de desenvolver a intelectualidade, autonomia, o estímulo ao trabalho individual ou em equipe, sempre almejando a melhoria da educação básica, utilizando para isso, um conhecimento matemático de boa qualidade.

Como todo trabalho, este também apresenta algumas dificuldades e limitações. Entre as dificuldades encontradas, podemos citar, a escassez de trabalhos que trate diretamente sobre a utilização de índices e coeficientes em competições, e como limitações podemos citar, coleta de dados insuficientes, pois foram explorados aparentemente dois indicadores, ou seja, um número de indicadores bem limitados, e o caso dos materiais disponíveis pelos sites, que às vezes não estão disponibilizados de forma a agilizar o processo de coleta, pois no caso da OBMEP, não foram encontrados o número de inscritos em cada município, nem por unidades da federação. Isso certamente, tornaria a análise mais precisa e eficiente, pois o número de inscritos em cada fase da competição viria a ser uma variável explicativa mais precisa que a população, por se tratar do público diretamente envolvido na competição.

No entanto, esta pesquisa se propôs a apresentar uma proposta que tinha como objetivo geral, buscar uma visão consistente do desempenho do Piauí na OBMEP no período de 2005 a 2019. Para isso, utilizou-se de ferramentas estatísticas simples, como coeficientes e índices, auxiliados pelas variáveis número de medalhas e número populacional. Acreditamos que esta pesquisa apresentou apenas alguns aspectos relativos, devido às limitações das ferramentas utilizadas e do conjunto de variáveis que foram postas em uso para explicação do fenômeno estudado. Entre os aspectos mais importantes podemos citar: a forma de como estar dando a evolução do desempenho nas categorias de medalhas, sem prevalência entre as mesmas; o comportamento do desempenho relativo do Piauí na OBMEP ao longo dos anos, mostrando que as categorias mantiveram um comportamento parecido boa parte do período (2007 a 2015), diminuindo a diferença de desempenho observada no início da competição; a apresentação da variabilidade das categorias de medalhas com uso do box plot, mostrou-se compatível com os níveis de variabilidade apresentados pelos coeficientes de variação, tudo isso constatado com a aplicação do coeficiente CDR, a partir do número de medalhas. Através da população dos municípios medalhistas percebemos que a maior parcela da população (69,11%) é também aquela que centraliza as medalhas conquistadas pelo Estado, o que levou a crer que a população é uma boa variável explicativa para a grande desproporção de medalhas em algumas regiões. Com a aplicação dos índices (IMOH) fomos capazes de identificar os

municípios cuja sua população impulsiona sua colocação para cima no ranking e outros, que ela impulsiona para baixo, além de aqueles em que ela parece não está influenciando, ou seja, a posição no ranking é sempre a mesma, independentemente do número populacional. Os índices também foram usados para analisar a influência que a população exerce nos rankings: regional e nacional.

A variável população cumpriu em parte seu papel nesse contexto, pois pode fornecer de acordo com o teste de correção, 69% de explicação para o desempenho mostrado. No entanto surgiram alguns questionamentos durante a pesquisa que ficaram em aberto, como por exemplo:

- Por que a capital Teresina, detentora de mais de 25% da população do estado, possui uma performance inferior a alguns municípios menos populosos, como Cocal do Alves, Capitão de Campos, Lagoa Alegre e Piripiri?
- O que faz com que, um município que apresenta 0,2% da população do Estado supere em número de medalhas de ouro a cidade mais populosa do Estado?
- Apesar da maior parcela da população estar sendo contemplada com medalhas na OBMEP, o que faz com que 143 municípios, ou seja, uma população de 1.011.222 habitantes não consiga conquistar uma única medalha nessa competição?
- Será que de fato a OBMEP está conseguindo chegar a todos estudantes da educação básica no Piauí?

Infelizmente não temos respostas para estas perguntas e outras perguntas que possam surgir, reconhecemos que precisamos aprofundar mais ainda esse tema. Em vista disso, observamos alguns pontos fracos na pesquisa, um deles foi o de que, assim como em outras competições de cunho olímpico, ela se utilizou do critério considerado o mais importante, que é o número de medalhas de ouro, o segundo mais importante, refere-se ao número de medalhas de prata e o terceiro representa as medalhas de bronze. Isso de certa forma, incentiva a uma valorização excessiva das medalhas de ouro, que gera distorções na ordenação final dos municípios e dos estados na competição. Quebrar essa forma de classificação é um critério que pode ser usado em estudos futuros, no entanto pode não ser suficiente para realizarmos uma análise mais completa, mas faz toda a diferença, imagine a seguinte situação! Um estado pode estar gradualmente melhorando sua performance na OBMEP e não ter sua classificação acompanhando este desenvolvimento. Isto porque, se

um estado obtiver uma única medalha de ouro, terá um desempenho considerado superior a de outro com 10 de prata e 20 de bronze. Um outro ponto está relacionado a limitação dos recursos de regressão utilizado, pois no final deste estudo, analisamos as correlações de algumas variáveis com o desempenho obtido pelos Estados na OBMEP, e estas foram analisadas separadamente, enfraquecendo a análise.

Acreditamos que a utilização dessas variáveis e de outras mais, aliadas ao estudo de técnicas multivariáveis, possam somar a este trabalho, novos resultados relacionados à performance do Estado nessa competição. Como estudos futuros, propõe-se um trabalho com o uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) desenvolvido por Charne, Cooper e Rhodes (CCR). O método considera, segundo autores, o desempenho como razão entre outputs e inputs, utiliza uma metodologia de análise de eficiência otimizada revelada, comparando a eficiência otimizada com a eficiência das outras unidades analisadas. Com esta metodologia podemos estabelecer um indicador de avaliação da eficiência relativa entre as variáveis de entradas (inputs) e a variável de saída (output), e o melhor, a técnica DEA podem ser feitos através de diversos programas gratuitos, inclusive utilizando o **software R**. Sendo assim, para avaliar o desempenho dos municípios piauienses na OBMEP, poderíamos usar como inputs o número de matrículas na Educação Básica, número de professores e investimentos destinados na educação e outputs, o número de medalhas conquistado em cada município.

## Referências Bibliográficas

- [1] ASSOCIACAO INSTITUTO NACIONAL DE MATEMATICA PURA E APLICADA - IMPA. **Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP**. Regulamento, 2020. Disponível em: <<http://www.obmep.org.br/regulamento.htm>> acesso em: 05 mar.2020.
- [2] AMARO, Ana; SILVESTRE, Cláudia; FERNANDES, Leonor. **Estatística descritiva-o segredo dos dados**. 1º ed. Lisboa [sn]: Lulu.com, 2009.
- [3] ANDRADE , Josemberg M De; LAROS, Jacob A. **Fatores associados ao desempenho escolar: estudo multinível com dados do saeb/2011**. *Psicologia: teoria e pesquisa*. 2007. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722007000100005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722007000100005&script=sci_abstract&tlng=pt)>, Acesso em: 22 jun.2020
- [4] ANDRADE , Selma Maffei De; SOARES, Darli Antoni; JUNIOR , Luiz Cordoni. **Base da saúde coletiva**. *In Base da saúde coletiva*. Londrina: Editora UEL, 2001.
- [5] BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5ª edição. Florianópolis: UFSC, 2002.
- [6] BRASIL, T. d. C. d. U. **Técnicas de auditoria: Indicadores de desempenho e mapa de produtos-Brasília: TCU**. Coordenadoria de Fiscalização e Controle, 2000. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/tecnica-de-auditoria-indicadores-de-desempenho-e-mapa-de-produtos.htm>>. Acesso em: 28 jun.2020.
- [7] GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a Edição. São Paulo: Atlas, 2002.
- [8] CASTANHEIRA, Nelson Pereira. **Estatística aplicada a todos níveis**. 5a Edição. Curitiba: Editora Ibpx, 2005.
- [9] COCCO, Eliane Maria. **Olimpíada de Matemática das Escolas Públicas e Avaliação em Larga Escala: Possíveis Interloquções**. 2013. Disponível

- em: <<http://www.fw.uri.br/NewArquivos/pos/dissertacao/5.pdf>>, Acesso em: 2 jun.2020.
- [10] CODINHOTO, Ricardo; MINOZZO, Diego Luis; HOMRICH, Maria; C. FORMOSO. **Análise de restrições: definição e indicador de desempenho**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, UFSCar, São Carlos, 2003. Disponível em:<<https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/an%C3%A1lise-de-restri%C3%A7%C3%B5es-defini%C3%A7%C3%A3o-e-indicador-de-desempenho>>, Acessado em: 21 jun.2020.
- [11] COSTA, Nilce Helena De Araújo Diniz; SERAPHIN, José Carlos; ZIMMERMANN, Francisco José Pfeilsticker. **Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p. 243-249, 2002.
- [12] CRESPO, Antonio Arnot. **Estatística fácil**. 17a Edição. São Paulo: Saraiva, 2002.
- [13] CUNHA, Sonia Baptista Da; CARVAJALS , antiago Ramírez. **Estatística Básica-A Arte de Trabalhar com Dados**. Elsevier Brasil, 2009.
- [14] SOUSA, Daniel Marques de; JÚNIOR, Francisco Pessoa de Paiva. **Maranhão na OBMEP: Uma análise do desempenho dos municípios**. PESQUISA EM FOCO, V.25, n.1, 2020. Disponível em: <[https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/view/2343](https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/2343)>, Acesso em: 11 jul.2020.
- [15] FIELD, Andy. **Descobrendo a Estatística Usando o SPSS-5**. 2. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [16] FRANCISCHINI, Andresa SN; PAULINO, G. **Indicadores de Desempenho: Dos objetivos à ação métodos para elabora KPIs e obter resultados**. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2018.
- [17] GONÇALVES , Fernando A. **Estatística descritiva**. São Paulo: Atlas, 1978.
- [18] GUIMARÃES, Paulo Ricardo Bittencourt. **Métodos quantitativos estatísticos**. 1a Edição. Curitiba: IESDE Brasil SA, 2008.

- [19] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Normas de apresentação tabular**. 2a Edição. Rio de Janeiro, 1979. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>>, Acesso em: 28 jul.2020.
- [20] LACERDA, Fábio Gomes, et al. **Avaliação do desempenho dos países nos jogos pan-americanos e verificação da ocorrência de home advantage**. Pesquisa Operacional, SciELO Brasil, v.31, n.2, p. 391-403, 2011.
- [21] LAKATOS, Eva Maria; MARCONI Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5a Edição. São Paulo: Atlas, 2003.
- [22] LARSON, Ron; CYRO , Betsy Farber. **Tradução técnica Patarra. Estatística aplicada**. 6a ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- [23] LOPES, Celi Aparecida Espasandin. **A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular**. 1998. 125p. PhD thesis, Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, 1998.
- [24] MEDRI, Waldir. **Análise exploratória de dados**. 2011. [http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos\\_didaticos/especializacao\\_estatistica.pdf](http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos_didaticos/especializacao_estatistica.pdf) Acesso em 25/04/2020.
- [25] MELLO, João Carlos CB Soares De; MEZA, Lidia Angulo; LACERDA, Fábio Gomes. **Um modelo de dea com uma variável não discricionária para avaliação olímpica**. Pesquisa Operacional, v.32, n.1, Rio de Janeiro Jan./Apr. 2012. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-74382012000100003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-74382012000100003)>, Acesso em: 4 jul.2020.
- [26] MORAIS, Carlos. **Descrição, análise e interpretação de informação quantitativa**. Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. Escola Superior de Educação-Instituto Politécnico de Bragança, 2002. Disponível em: <<http://www.ipb.pt/cmmm/discip/ConceitosEstatistica.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2020
- [27] MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, Wilton Oliveira. **Estatística básica**. 9a ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.
- [28] NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa. **Estatística**. Editora Blucher, 2002.

- [29] NETO, Edimilson Torres de Oliveira; BERTUSSI, Geovana Lorena. **Do que é feito um país campeão? análise empírica de determinantes sociais e econômicos para o sucesso olímpico.** Nova Economia, 2015. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-63512015000200325&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-63512015000200325&script=sci_abstract&tlng=pt)>, Acesso em: jul.2020.
- [30] PALERMO, Gabrielle A; SILVA, Denise Britz do Nascimento; NOVELLINO, Maria Salet Ferreira. **Fatores associados ao desempenho escolar: uma análise de proficiência em Matemática dos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental da rede municipal do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Estudos da População. 2014. Disponível em:<[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982014000200007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-30982014000200007&script=sci_abstract&tlng=pt)>, Acesso em: 20 mar.2020
- [31] PIANA, C.f.B.; MACHADO, A.A.; SELAU, L.P.R. **Estatística básica: versão preliminar.** Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009. Disponível em: [http://www.energiapura.net.br/alunos/planejamento\\_experimentos/Aulas\\_PAE/aula1\\_PAE/Apostila\\_EB.pdf](http://www.energiapura.net.br/alunos/planejamento_experimentos/Aulas_PAE/aula1_PAE/Apostila_EB.pdf). Acessado em: 2 mar. 2020.
- [32] PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2a Edição. Editora Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>, Acesso em: 17 abr.2020.
- [33] REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise descritiva de dados.** Relatório técnico do Departamento de Estatística da UFMG, 2002. Disponível em: <<http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/rts/rte0202.pdf>>, Acesso em 25 mar. 2020
- [34] RODRIGUES, Célio Fernando de Sousa; LIMA, Fernando José de Camello de; BARBOSA, Fabiano Timbó. **A importância do uso adequado da Estatística básica nas pesquisas clínicas.** Revista Brasileira de Anestesiologia. 2017.
- [35] SILVA, Nerivaldo Virginio da. **Um estudo acerca do desempenho do estado do Piauí na OBMEP no período de 2005 a 2016.** Uni-

- versidade Federal do Piauí, 2018. Disponível em: <[https://sca.proformat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_tcc3.php?id=150233056](https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=150233056)>, Acesso em: 09 fev.2020.
- [36] SILVESTRE, António Luís. **Análise de dados e estatística descritiva**. 1a Edição. Escolar editora, 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=mzu4j2SUKzMC&printsec=frontcover&dq=Análise+de+Dados+e+Estatística+Descritiva&hl=ptBR&sa=X&ved=2ahUKEwjwn7isg9nsAhUFLLkGHawhBXoQuw-UwAHoECAAQBw#v=onepage&q=Análise%20de%20Dados%20e%20Estatística%20Descritiva&f=false>>, Acesso em: 01 ag. 2020
- [37] VIEIRA, Sônia. **Introdução à bioestatística**. 4a edição. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2011.
- [38] VILARINHO, Ana Paula Lima. **Uma proposta de análise de desempenho dos estudantes e de valorização da primeira fase da OBMEP**. Universidade de Brasília, 2015. Disponível em: <[https://sca.proformat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_tcc3.php?id=72562](https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=72562)>, Acesso em 16 fev. 2020

## APÊNDICE A

### Distribuição de Medalhas por Município

Nº	MUNICÍPIO	OURO	PRATA	BRONZE	TOTAL
1	Cocal dos Alves	45	72	110	227
2	Teresina	38	81	272	391
3	Piripiri	6	4	16	26
4	Parnaíba	5	16	27	48
5	Capitão de Campos	2	10	21	33
6	Oeiras	1	4	22	27
7	Piracuruca	1	4	14	19
8	Campo Maior	1	3	9	13
9	Lagoa Alegre	1	2	4	7
10	Beneditinos	0	4	6	10
11	Barras	0	3	3	6
12	Floriano	0	2	10	12
13	Valença do Piauí	0	2	7	9
14	Esperantina	0	2	6	8
15	Joaquim Pires	0	2	6	8
16	Picos	0	2	2	4
17	Morro do Chapéu	0	1	7	8
18	São Raimundo Nonato	0	1	5	6
19	Buriti dos Lopes	0	1	5	6
20	Madeiro	0	1	4	5
21	Água Branca	0	1	3	4
22	Santo A. de Lisboa	0	1	3	4
23	Tanque do Piauí	0	1	3	4
24	Buriti dos Montes	0	1	2	3
25	Curimatá	0	1	1	2

26	Bocaina	0	1	1	2
27	Nazária	0	1	0	1
28	Sebastião Leal	0	1	0	1
29	Sigefredo Pacheco	0	1	0	1
30	Caracol	0	1	0	1
31	Nossa Sra dos Remédios	0	1	0	1
32	Alto Longá	0	0	10	10
33	Acauã	0	0	9	9
34	Castelo do Piauí	0	0	5	5
35	Luzilândia	0	0	5	5
36	Batalha	0	0	4	4
37	Pedro II	0	0	3	3
38	Domingos Mourão	0	0	3	3
39	Pajeu do Piauí	0	0	3	3
40	Porto	0	0	3	3
41	São Miguel do Tapuio	0	0	3	3
42	Angical do Piauí	0	0	3	3
43	Bom Jesus	0	0	2	2
44	Cabeceiras do Piauí	0	0	2	2
45	Cristino Castro	0	0	2	2
46	Fronteiras	0	0	2	2
47	Jaicós	0	0	2	2
48	Murici dos Portelas	0	0	2	2
49	Pio IX	0	0	2	2
50	Simões	0	0	2	2
51	Caxingó	0	0	1	1
52	Guadalupe	0	0	1	1
53	Colôna do Piauí	0	0	1	1
54	Jardim do Mulato	0	0	1	1
55	Currais	0	0	1	1
56	José de Freitas	0	0	1	1
57	Eliseu Martins	0	0	1	1

58	Milton Brandão	0	0	1	1
59	Monsenhor Gil	0	0	1	1
60	Monsenhor Hipólito	0	0	1	1
61	Alvorada do Gurguéia	0	0	1	1
62	Baixa Grande do Ribeiro	0	0	1	1
63	Parnaguá	0	0	1	1
64	Prata do Piauí	0	0	1	1
65	Santana do Piauí	0	0	1	1
66	São José do Divino	0	0	1	1
67	Padre Marcos	0	0	1	1
68	Paes Landim	0	0	1	1
69	Simplício Mendes	0	0	1	1
70	São Francisco de Assis do Piauí	0	0	1	1
71	Matias Olímpio	0	0	1	1
72	Cocal	0	0	1	1
73	Porto Alegre do Piauí	0	0	1	1
74	Palmeira do Piauí	0	0	1	1
75	São João do Piauí	0	0	1	1
76	São João do Arraial	0	0	1	1
77	Vera Mendes	0	0	1	1
78	Massapê de Piauí	0	0	1	1
79	Luís Correia	0	0	1	1
80	Altos	0	0	1	1
81	Novo Santo Antônio	0	0	1	1
TOTAL		100	228	667	995

**Fonte:** Autor, com dados da OBMEP.

## APÊNDICE B

### Distribuição de Frequência de Medalhas de Prata

MUNICÍPIO	MEDALHAS DE PRATA	F.R.	F.A
Teresina	81	35,526%	35,526%
Cocal dos Alves	72	31,579%	67,105%
Parnaíba	16	7,018%	74,123%
Capitão de Campos	10	4,386%	78,509%
Beneditinos	4	1,754%	80,263%
Piripiri	4	1,754%	82,018%
Oeiras	4	1,754%	83,772%
Piracuruca	4	1,754%	85,526%
Campo Maior	3	1,316%	86,842%
Barras	3	1,316%	88,158%
Floriano	2	0,877%	89,035%
Esperantina	2	0,877%	89,912%
Lagoa Alegre	2	0,877%	90,789%
Valença do Piauí	2	0,877%	91,667%
Joaquim Pires	2	0,877%	92,544%
Picos	2	0,877%	93,421%
Curimatá	1	0,439%	93,860%
Bocaina	1	0,439%	94,298%
Nazária	1	0,439%	94,737%
Morro do Chapéu	1	0,439%	95,175%
Buriti dos Lopes	1	0,439%	95,614%
Buriti dos Montes	1	0,439%	96,053%
Madeiro	1	0,439%	96,491%
São Raimundo Nonato	1	0,439%	96,930%
Água Branca	1	0,439%	97,368%

Caracol	1	0,439%	97,807%
Santo A. de Lisboa	1	0,439%	98,246%
Sigefredo Pacheco	1	0,439%	98,684%
Nossa S.dos Remédios	1	0,439%	99,123%
Sebastião Leal	1	0,439%	99,561%
Tanque do Piauí	1	0,439%	100%
TOTAL	228	100%	

**Fonte:** Auto, segundo dados da OBMEP.

## APÊNDICE C

### Distribuição de Frequência de Medalhas de Bronze.

MUNICÍPIO	MEDALHAS DE BRONZE	F.R.	F.R.A
Teresina	272	40,780%	40,780%
Cocal dos Alves	110	16,492%	57,271%
Parnaíba	27	4,048%	61,319%
Oeiras	22	3,298%	64,618%
Capitão de Campos	21	3,148%	67,766%
Piripiri	16	2,399%	70,165%
Piracuruca	14	2,099%	72,264%
Floriano	10	1,499%	73,763%
Alto longá	10	1,499%	75,262%
Campo Maior	9	1,349%	76,612%
Acauã	9	1,349%	77,961%
Morro do Chapéu	7	1,049%	79,010%
Valença	7	1,349%	80,060%
Beneditinos	6	0,900%	80,960%
Esperantina	6	0,900%	81,759%
Joaquim Pires	6	0,900%	82,759%
São Raimundo Nonato	5	0,750%	83,508%
Buriti dos Lopes	5	0,750%	84,258%
Castelo do Piauí	5	0,750%	85,007%
Luzilândia	5	0,750%	85,757%
Lagoa Alegre	4	0,600%	86,357%
Batalha	4	0,600%	86,957%
Madeiro	4	0,600%	87,556%
Água Branca	3	0,450%	88,006%

Pedro II	3	0,450%	88,456%
Santo A.de Lisboa	3	0,450%	88,906%
Tanque do Piauí	3	0,450%	89,355%
Domingos Mourão	3	0,450%	89,805%
Pajeú do Piauí	3	0,450%	90,255%
Portos	3	0,450%	90,705%
Barras	3	0,450%	91,154%
São Miguel do Tapuio	3	0,450%	91,604%
Angical do Piauí	3	0,450%	92,054%
Buriti dos Montes	2	0,300%	92,354%
Bom Jesus	2	0,300%	92,654%
Cabeceiras do Piauí	2	0,300%	92,954%
Cristino Castro	2	0,300%	93,253%
Fronteiras	2	0,300%	93,553%
jaicós	2	0,300%	93,853%
Murici dos Portela	2	0,300%	94,153%
Pio IX	2	0,300%	94,453%
Simões	2	0,300%	94,753%
Picos	2	0,300%	95,052%
Curimatá	1	0,150%	95,202%
Bocaina	1	0,150%	95,352%
Caxingó	1	0,150%	95,502%
Guadalupe	1	0,150%	95,652%
Colônia do Piauí	1	0,150%	95,802%
Jardim do Mulato	1	0,150%	95,952%
Currais	1	0,150%	96,102%
José de Freitas	1	0,150%	96,252%
Eliseu Martins	1	0,150%	96,402%
Milton Brandão	1	0,150%	96,552%
Monsenhor Gil	1	0,150%	96,702%
Monsenhor Hipólito	1	0,150%	96,852%
Alvorada do Gurgueia	1	0,150%	97,001%

Baixa Grande o Ribeiro	1	0,150%	97,151%
Parnaguá	1	0,150%	97,301%
Prata do Piauí	1	0,150%	97,451%
Santana do Piauí	1	0,150%	97,601%
São José do Divino	1	0,150%	97,751%
Padre Marcos	1	0,150%	97,901%
Paes Landim	1	0,150%	98,051%
Simplicio Mendes	1	0,150%	98,201%
São F. de Assis do Piauí	1	0,150%	98,351%
Matias Olímpio	1	0,150%	98,501%
Cocal	1	0,150%	98,651%
Porto Alegre do Piauí	1	0,150%	98,801%
Palmeira do Piauí	1	0,150%	98,951%
São João do Piauí	1	0,150%	99,100%
São João do Arraial	1	0,150%	99,250%
Vera Mendes	1	0,150%	99,400%
Luís Correia	1	0,150%	99,550%
Massapê do Piauí	1	0,150%	99,700%
Altos	1	0,150%	99,850%
Novo Santo Antônio	1	0,150%	100%
TOTAL	667	100%	

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

## APÊNDICE D

### Algumas Variáveis Estatísticas dos Municípios Medalhistas

Nº	Município	Pop.	Matr. E.B.	IDH	PIB per capita
1	Cocal dos Alves	6.153	1.821	0,498	7.342,47
2	Teresina	864.845	207.846	0,751	22.481,67
3	Piripiri	63.742	16.202	0,635	1.0475,51
4	Parnaíba	153.078	39.465	0,687	13.534,25
5	Capitão de Campos	11.417	4.220	0,583	7.353,96
6	Oeiras	37.029	10.657	0,634	11.009,05
7	Piracuruca	28.791	7.159	0,596	9.195,58
8	Campo Maior	46.833	14.473	0,656	11.812,56
9	Lagoa Alegre	8.542	3.002	0,55	6.995,78
10	Benedictinos	10.467	3.542	0,557	6.894,41
11	Barras	47.066	14.477	0,595	7.975,43
12	Floriano	59.935	17.589	0,7	17.285,07
13	Valença do Piauí	20.918	6.471	0,647	10.862,53
14	Esperantina	39.737	10.881	0,605	8.659,36
15	Joaquim Pires	14.354	3.885	0,522	6.412,45
16	Picos	78.222	21.739	0,698	18.531,43
17	Morro do Chapéu	6.796	2.364	0,55	6.657,93
18	São Raimundo Nonato	34.710	10.118	0,661	11.955,03
19	Buriti dos Lopes	19.781	6.136	0,565	8.074,75
20	Madeiro	8.310	3.282	0,563	5.954,09
21	Água Branca	17.411	5.189	0,639	10.704,23
22	Santo A. de Lisboa	6.415	1.724	0,584	9.225,25
23	Tanque do Piauí	2.765	687	0,579	9.965,84
24	Buriti dos Montes	8.244	2.089	0,574	6.329,24

25	Curimatá	11.388	3.413	0,607	7.938,47
26	Bocaina	4.500	1.090	0,632	1.0930,77
27	Nazária	8.570	2.814	0,602	9.361,34
28	Sebastião Leal	4.294	1.090	0,562	29.192,12
29	Sigefredo Pacheco	10.041	2.342	0,581	6.252,92
30	Caracol	10.916	3.058	0,552	6.448,28
31	Nossa Sra dos Remédios	8.692	4.217	0,533	6.998,83
32	Alto Longá	14.304	3.687	0,585	6.334,59
33	Acauã	7.084	1.372	0,528	6.370,5
34	Castelo do Piauí	19.716	5.436	0,587	8.210,82
35	Luzilândia	25.486	7.307	0,545	7.644,15
36	Batalha	26.857	6.764	0,545	6.716,93
37	Pedro II	38.742	11.380	0,571	7.596,27
38	Domingos Mourão	4.355	1.144	0,55	7.443,37
39	Pajeu do Piauí	3.389	714	0,559	8.192,99
40	Porto	12.568	5.165	0,549	6.544,36
41	São Miguel do Tapuio	17.662	5.139	0,556	6.971,17
42	Angical do Piauí	6.788	2.661	0,63	8.267,16
43	Bom Jesus	25.179	8.815	0,668	35.355,77
44	Cabeceiras do Piauí	10.586	2.776	0,583	5.677,72
45	Cristino Castro	10.423	2.984	0,566	9.659,51
46	Fronteiras	11.625	3.303	0,619	12.782,88
47	Jaicós	19.104	4.610	0,524	8.524,39
48	Murici dos Portelas	9.159	2.618	0,53	7.195,48
49	Pio IX	18.425	4.611	0,564	7.408,7
50	Simões	14.633	4.675	0,575	32.220,27
51	Caxingó	5.424	1.633	0,488	8.197,23
52	Guadalupe	10.499	2.927	0,65	51.697,69
53	Colôna do Piauí	7.656	1.658	0,588	6.838,46
54	Jardim do Mulato	4.504	940	0,593	6.648,42
55	Currais	4.954	1.339	0,542	32.119,24
56	José de Freitas	39.208	11.702	0,618	8.292,47

57	Eliseu Martins	4.915	1.093	0, 595	8.449, 29
58	Milton Brandão	6.613	1.526	0, 508	6.633, 41
59	Monsenhor Gil	10.564	2.653	0, 615	8.745, 55
60	Monsenhor Hipólito	7.749	1.865	0, 561	7.136, 71
61	Alvorada do Gurguéia	5.419	1.605	0, 578	13.884, 66
62	Baixa G. do Ribeiro	11.586	4.003	0, 564	65.454, 41
63	Parnaguá	10.791	2.549	0, 575	7.629, 27
64	Prata do Piauí	3.151	1.125	0, 565	7.104, 01
65	Santana do Piauí	4.634	1.088	0, 574	7.178, 07
66	São José do Divino	5.346	1.314	0, 565	8.627, 17
67	Padre Marcos	6.868	2.130	0, 541	8.013, 96
68	Paes Landim	4.129	1.379	0, 575	8.643, 1
69	Simplício Mendes	12711	3.397	0, 627	10.605, 66
70	São F. de Assis do PI	5.755	1.472	0, 485	6.904, 42
71	Matias Olímpio	10.936	3.346	0, 562	6.700, 6
72	Cocal	27.787	7.831	0, 497	7.733, 23
73	Porto Alegre do Piauí	2.710	619	0, 563	8.520, 42
74	Palmeira do Piauí	5.043	1.217	0, 557	14.312, 04
75	São João do Piauí	20.601	7.132	0, 645	10.652, 35
76	São João do Arraial	7.989	3.098	0, 523	5.910, 73
77	Vera Mendes	3.077	1.165	0, 503	7.950, 5
78	Massapê de Piauí	6.441	1.549	0, 525	6.145, 42
79	Luís Correia	30.311	8.161	0, 541	9.630, 06
80	Altos	40.524	11.944	0, 614	9.354, 21
81	Novo Santo Antônio	2.991	1.247	0, 528	7.521, 55
	TOTAL	3.273.227	612.910	127, 915	2.234.948, 11

**Fonte:** Autor, segundo dados do IBGE.

## APÊNDICE E

### Algumas Variáveis Estatísticas das Unidades Federativas

Nº	Unidade Federativa	Pop.	Matrículas E.B.	IDH
1	Minas Gerais	21.168.791	4.364.668	0,731
2	São Paulo	45.919.049	10.018.115	0,783
3	Rio de Janeiro	17.264.943	3.573.417	0,761
4	Rio Grande do Sul	11.377.239	2.294.325	0,746
5	Paraná	11.433.957	2.572.007	0,749
6	Ceará	9.132.078	2.161.816	0,682
7	Santa Catarina	7.164.788	1.610.086	0,774
8	Distrito Federal	3.015.268	657.869	0,824
9	Pernambuco	9.557.071	2.232.556	0,673
10	Bahia	14.873.064	3.485.631	0,66
11	Espirito Santo	4.018.650	881.826	0,74
12	Mato Grosso do Sul	2.778.986	680.108	0,729
13	Piauí	3.273.227	895.308	0,646
14	Goiás	877.593	1.447.842	0,735
15	Rio Grande do Norte	3.506.853	820.485	0,684
16	Amazonas	4.144.597	1.165.535	0,674
17	Paraíba	4.018.127	969.806	0,658
18	Pará	8.602.865	2.294.276	0,646
19	Mato Grosso	3.484.466	880.844	0,725
20	Tocantins	1.572.866	397.631	0,699
21	Alagoas	3.337.357	865.501	0,631
22	Maranhão	7.075.181	1.993.909	0,639
23	Rondônia	1.777.225	416.212	0,69
24	Sergipe	2.298.696	543.464	0,665
25	Roraima	605.761	166.147	0,707
26	Acre	881.935	264.593	0,663
27	Amapá	845.731	220.269	0,708
	Total	210.147.125	47.874.246	19

**Fonte:** Autor, segundo dados do IBGE/INEP.

## APÊNDICE F

### Ranking dos Estados do Brasil Baseado Índice de Performance

Nº	Estados Brasileiros	Ouro	Pop.	IMOH.
1	Distrito Federal	285	3.015.268	0,095
2	Minas Gerais	1.646	21.168.791	0,078
3	Mato Grosso do Sul	137	2.778.986	0,049
4	Rio de Janeiro	763	17.264.943	0,044
5	Santa Catarina	301	7.164.788	0,042
6	Rio Grande do Sul	470	11.377.239	0,041
7	Paraná	456	11.433.957	0,040
8	Espirito Santo	139	4.018.650	0,035
9	Ceará	306	9.132.078	0,034
10	Piauí	100	3.273.227	0,031
11	São Paulo	1.299	45.919.049	0,028
12	Pernambuco	199	9.557.071	0,021
13	Rio G. do Norte	64	3.506.853	0,018
14	Amazonas	63	4.144.597	0,015
15	Bahia	199	14.873.064	0,013
16	Tocantins	21	1.572.866	0,013
17	Paraíba	51	4.018.127	0,013
18	Goiás	83	7.018.354	0,012
19	Roraima	7	605.761	0,011
20	Mato Grosso	31	3.484.466	0,009
21	Rondônia	15	1.777.225	0,008
22	Alagoas	21	3.337.357	0,006
23	Sergipe	13	2.298.696	0,005
24	Pará	33	8.602.865	0,004
25	Maranhão	19	7.075.181	0,003
26	Acre	2	881.935	0,002
27	Amapá	1	845.731	0,001

Fonte: Autor.

## APÊNDICE G

**Tabela de Medalhas de Todos Estados do Brasil**

Nº	Estados Brasileiros	Ouro	Prata	Bronze	Total (F.)	F.R.	F.R.A.
1	Minas Gerais	1.646	3.879	10.696	16.221	23,15%	23,15%
2	São Paulo	1.299	3.489	9.939	14.727	21,02%	44,17%
3	Rio de Janeiro	763	1.478	2.639	4.880	6,97%	51,14%
4	Rio Grande do Sul	470	925	2.287	3.682	5,26%	
5	Paraná	456	1.077	2.689	4.222	6,03%	
6	Ceará	306	712	1.788	2.806	4,01	
7	Santa Catarina	301	686	2.031	3.018	4,31%	
8	Distrito Federal	285	604	1.207	2.096	2,99%	
9	Pernambuco	199	497	1.101	1.797	2,56%	
10	Bahia	199	406	1.055	1.660	2,37%	
11	Espirito Santo	139	464	1.117	1.720	2,46%	
12	Mato Grosso do Sul	137	324	777	1.238	1,77%	
13	Piauí	100	228	667	995	1,42%	
14	Goiás	83	292	910	1.285	1,83%	
15	Rio Grande do Norte	64	201	730	995	1,42%	
16	Amazonas	63	225	741	1.029	1,47%	
17	Paraíba	51	119	599	769	1,10%	
18	Pará	33	148	651	832	1,19%	
19	Mato Grosso	31	116	604	751	1,07%	
20	Tocantins	21	106	562	689	1,08%	
21	Alagoas	21	103	635	759	0,98%	
22	Maranhão	19	99	623	741	1,06%	
23	Rondônia	15	94	559	668	0,95%	
24	Sergipe	13	60	559	632	0,90%	
25	Roraima	7	62	598	667	0,95%	
26	Acre	2	51	542	595	0,85%	
27	Amapá	1	38	547	586	0,84%	
	<b>TOTAL</b>	<b>6.724</b>	<b>16.483</b>	<b>46.853</b>	<b>70.060</b>	<b>100%</b>	

**Fonte:** Autor, segundo dados da OBMEP.

## APÊNDICE H

### Regressão Linear das Variáveis mais significativas (software R).

```
> summary(Linear_Regression.lm) (Número Populacional, Número de Medalhas de Ouro)

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-317.57  -66.25   -5.34   46.19  916.96

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.007e+01  5.749e+01  -0.523   0.606
x             3.586e-05  4.807e-06   7.459 8.22e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 226.8 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.69,    Adjusted R-squared:  0.6776
F-statistic: 55.64 on 1 and 25 DF,  p-value: 8.217e-08

> summary(Linear_Regression.lm) (Número de Matriculas no E.B, Número de Medalhas de Ouro)

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-325.43  -85.21   -7.87   48.51  980.21

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.610e+01  6.356e+01  -0.568   0.575
x             1.608e-04  2.412e-05   6.668 5.48e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 244.3 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6401,    Adjusted R-squared:  0.6257
F-statistic: 44.47 on 1 and 25 DF,  p-value: 5.483e-07

> summary(Linear_Regression.lm) (Produto Interno Bruto, Número de Medalhas de Ouro)

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-345.13  -88.37  -68.09   11.48 1155.30

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  7.176e+01  6.041e+01   1.188   0.246
x             7.271e-10  1.278e-10   5.688 6.36e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 268.9 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5641,    Adjusted R-squared:  0.5467
F-statistic: 32.36 on 1 and 25 DF,  p-value: 6.356e-06
```

## ANEXO I

### PIB das Unidades Federativas

O PIB do Brasil em **2019**, por exemplo, foi de **R\$ 7,3 trilhões**. No último trimestre divulgado (2º trimestre de 2020), o valor foi de R\$ 1 653,0 bilhões. Veja abaixo uma tabela com o PIB das Unidades da Federação brasileiras.

Unidades da Federação	PIB em 2017 (1.000.000 R\$)
Acre	14.271
Alagoas	52.843
Amapá	15.480
Amazonas	93.204
Bahia	268.661
Ceará	147.890
Distrito Federal	244.683
Espírito Santo	113.352
Goiás	191.899
Maranhão	89.524
Mato Grosso	126.805
Mato Grosso do Sul	96.372
Minas Gerais	576.199
Paraná	421.375
Paraíba	62.387
Pará	155.195
Pernambuco	181.551
Piauí	45.359
Rio de Janeiro	671.362
Rio Grande do Norte	64.295
Rio Grande do Sul	423.151
Rondônia	43.506
Roraima	12.103
Santa Catarina	277.192
Sergipe	40.704
São Paulo	2.119.854
Tocantins	34.102

**Fonte:** IBGE

## ANEXO II

### IDEB 2017, Anos Finais do Ensino Fundamental

#### IDEB - Resultados e Metas

Parâmetros da Pesquisa

Resultado:  UF:

Rede de ensino:  Série / Ano:

4ª série / 5º ano   8ª série / 9º ano   3ª série EM

Estado	Ideb Observado						Metas Projetadas									
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	
Acre	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.4	4.7	3.5	3.7	4.0	4.4	4.7	5.0	5.3	5.5	
Alagoas	2.5	2.7	2.7	2.5	2.7	3.1	4.0	2.5	2.7	2.9	3.3	3.7	4.0	4.2	4.5	
Amapá	3.5	3.4	3.6	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.7	4.0	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	
Amazonas	2.7	3.3	3.6	3.9	3.9	4.4	4.6	2.7	2.8	3.1	3.5	3.9	4.1	4.4	4.7	
Bahia	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	2.7	2.8	3.1	3.5	3.9	4.2	4.4	4.7	
Ceará	2.8	3.4	3.6	3.7	3.9	4.2	4.5	2.8	2.9	3.2	3.6	4.0	4.3	4.5	4.8	
Distrito Federal	3.3	3.5	3.9	3.9	3.8	4.0	4.3	3.3	3.4	3.7	4.1	4.5	4.8	5.0	5.3	
Espírito Santo	3.5	3.6	3.8	3.7	4.0	4.0	4.4	3.6	3.7	4.0	4.4	4.8	5.0	5.3	5.5	
Goiás	3.3	3.4	3.6	4.0	4.5	4.7	5.2	3.3	3.5	3.7	4.1	4.5	4.8	5.0	5.3	
Maranhão	3.2	3.4	3.6	3.6	3.8	3.8	4.2	3.2	3.4	3.6	4.1	4.4	4.7	5.0	5.2	
Mato Grosso	2.9	3.6	4.2	4.3	4.2	4.5	4.6	2.9	3.1	3.3	3.7	4.1	4.4	4.6	4.9	
Mato Grosso do Sul	2.9	3.5	3.6	3.5	3.7	4.1	4.6	3.0	3.1	3.4	3.8	4.2	4.4	4.7	5.0	
Minas Gerais	3.6	3.7	4.1	4.4	4.7	4.5	4.4	3.6	3.8	4.0	4.4	4.8	5.1	5.3	5.6	
Pará	3.1	2.9	3.1	3.1	3.0	3.2	3.3	3.2	3.3	3.6	4.0	4.4	4.6	4.9	5.2	
Paraíba	2.5	2.8	2.8	2.9	3.0	3.3	3.4	2.6	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.5	
Paraná	3.3	4.0	4.1	4.0	4.1	4.3	4.6	3.3	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3	
Pernambuco	2.4	2.5	3.0	3.3	3.6	4.1	4.5	2.4	2.6	2.8	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	
Piauí	2.6	3.1	3.4	3.6	3.5	3.8	4.0	2.7	2.8	3.1	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	
Rio de Janeiro	2.9	2.9	3.1	3.2	3.6	3.7	3.7	2.9	3.1	3.3	3.7	4.1	4.4	4.6	4.9	
Rio Grande do Norte	2.6	2.7	2.9	2.9	3.1	3.2	3.3	2.6	2.7	3.0	3.4	3.8	4.0	4.3	4.6	
Rio Grande do Sul	3.5	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.3	3.5	3.7	4.0	4.4	4.8	5.0	5.3	5.5	
Rondônia	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	4.0	4.9	3.2	3.4	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9	5.2	
Roraima	3.2	3.5	3.7	3.6	3.5	3.7	4.0	3.2	3.4	3.7	4.1	4.4	4.7	5.0	5.2	
Santa Catarina	4.1	4.1	4.2	4.7	4.1	4.7	4.8	4.1	4.3	4.5	4.9	5.3	5.5	5.8	6.0	
São Paulo	3.8	4.0	4.3	4.3	4.4	4.7	4.8	3.8	4.0	4.2	4.6	5.0	5.3	5.5	5.8	
Sergipe	2.9	2.9	2.7	2.9	2.7	2.9	3.5	2.9	3.0	3.3	3.7	4.1	4.4	4.6	4.9	
Tocantins	3.4	3.6	3.9	3.9	3.7	3.8	4.4	3.4	3.5	3.8	4.2	4.6	4.8	5.1	5.4	

Obs:  
Os resultados marcados em verde referem-se ao Ideb que atingiu a meta.

Fonte: INEP