

Cidades de origem dos alunos do curso de Matemática da UFSJ - MG: um estudo através da Estatística Circular

Carla R. G. Brighenti^{1†}, Isabela S. Lima², Luiz Fernando S. Resende², Matheus C. Sena³,
Tauana C. Pereira³

¹Docente no Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

²Discente de doutorado do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

³Aluno(a) do Programa de Iniciação Científica Júnior (PIBIC Jr).

Resumo: Uma característica familiar nas Universidades brasileiras é a de acolher estudantes não somente da cidade em que instituição é localizada, mas de alunos que moram em cidades próximas. Alguns se mudam para a cidade em que a universidade é instalada e outros não, esses percorrem diariamente estradas para obterem seus diplomas. Muitos alunos do curso de Matemática da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) não são oriundos de São João e a partir das coordenadas geográficas dessas cidades natais que esse artigo será embasado. A localização é uma ferramenta crucial para analisar a disposição pelo espaço, devido a isso as coordenadas geográficas foram estudadas como ângulos posicionados no círculo unitário centrados na cidade de São João. A estatística tradicional estuda dados expressos na reta real, em que 0 e 360 correspondem a valores separados por infinitos números. No entanto, em se tratando de ângulos, tal característica não compreendem a continuidade do círculo, em que 0 e 360 são ângulos vizinhos no ciclo trigonométrico. Desse modo, neste estudo utilizou-se, a partir das coordenadas geográficas, ângulos correspondentes, verificando-se as medidas descritivas circulares como média, variância, mediana, comprimento do vetor médio resultante e gráficos de dispersão no círculo com o objetivo de estudar a região de abrangência do curso de Matemática da UFSJ. Estimou-se então que a zona de influência desse curso concentra-se nas cidades a Sudeste da cidade-sede da UFSJ, localizadas em torno da média circular de 309° , com variância circular de $37,23^\circ$.

Palavras-chave: Dados direcionais; Estatística descritiva circular; Círculo unitário.

Hometowns of students on the Mathematics course at UFSJ - MG: a study using Circular Statistics

Abstract: A common feature in Brazilian universities is to welcome students not only from the city where the institution is located, but also from nearby cities. Some relocate to the city where the university is situated, while others commute daily to obtain their degrees. Many students in the Mathematics program at the Federal University of São João del-Rei (UFSJ) are not originally from São João, and this article is based on the geographic coordinates of their hometowns. Location is a crucial tool for analyzing the disposition of human activities in space, and in the unit circle, the coordinates will be treated as angles centered on the city of São João. Traditional statistics study data expressed on the real line, where 1 and 360 are values separated by hundreds of numbers. These characteristics do not capture the continuity of the circle, where 1 and 360 are neighboring angles. Thus, this study used circular data, calculating circular descriptive measures such as mean, variance, median, length of the resultant mean vector, and circular scatter plots. The objective of this study was to locate the region that, on average, has the most students in the Mathematics program at UFSJ. It can then be inferred that the influence zone of this UFSJ program is concentrated in the cities southeast of the host city, around 309° (circular mean).

Keywords: Directional data; Circular descriptive statistics; Unit circle.

[†]Autora correspondente: carlabrighenti@ufs.br.

Introdução

Uma característica comum nas universidades brasileiras é acolher estudantes não somente da cidade onde a instituição está localizada, mas também de cidades próximas. Alguns se mudam para a cidade onde a universidade está instalada, enquanto outros não o fazem, e percorrem diariamente estradas para obter seus diplomas (ABDAL; NAVARRA, 2014).

A Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) iniciou sua expansão educacional em 2009, quando passou a oferecer dez programas de graduação e outros dez programas de mestrado *Stricto Sensu*. É evidente a importância dos agentes ligados à UFSJ no que diz respeito aos efeitos socioeconômicos para a cidade de São João del-Rei, tanto a curto quanto a longo prazo. Essa nova geração, que nasce nesse contexto globalizado, é formada por pessoas cada vez mais “conectadas”, que convivem com a realidade da interação, troca de informações e comunicação (HADDAD, 2013).

A partir dessas ponderações pode-se inferir que São João del-Rei ser uma cidade histórica e a UFSJ ter campi em outras cidades, com diversidade de opções torna-se um atrativo para os jovens estudantes. Esse cenário é predominantemente visto nas cidades próximas.

Segundo Cruz et al. (2013), embora haja uma presença considerável de alunos sanjoanenses, o número de alunos provenientes de diversas regiões do estado de Minas Gerais e de outras regiões do país é ainda maior. O curso de Matemática é oferecido na UFSJ como licenciatura desde 2002, e a opção de bacharelado foi introduzida a partir de 2019. É possível observar também que muitos alunos não são oriundos de São João del-Rei.

Dados circulares são observações de variáveis angulares, ou seja, uma medida que varia em um círculo de 0 a 360 graus (ou de 0 a 2π radianos). Esses dados são encontrados em diversas situações do cotidiano, como por exemplo, em coordenadas geográficas, na direção dos ventos e de voo de pássaros e posicionamentos de colmeias, e, cada observação circular pode ser representada geometricamente como um ponto em círculo de raio um (círculo unitário) (BENADUCE; SILVA, 2020).

Além disso, medidas que derivam de dados lineares, como horas do dia, dias e meses do ano podem também ser convertidas em medidas angulares (JAMMALAMADAKA et al., 2001). Assim, a direção de uma onda é uma variável angular, pois pode ser expressa diretamente em graus, e, se houver interesse em estudar padrões de atividade em diferentes momentos do dia, apesar da hora ser uma medida linear, ela pode ser tratada como um dado circular, já que as horas do dia formam um ciclo de 24 horas. Da mesma forma, um conjunto de dados que apresenta coordenadas geográficas pode ser transformado e analisado como medida angular. Os dados podem ser medidos em graus ou em radianos, tais como as coordenadas geográficas.

Dados circulares não devem ser analisados da mesma maneira como dados lineares, pois podem ser obtidos resultados equivocados. Por exemplo, em uma situação simples dada por uma amostra com apenas dois dados angulares: $P = 45^\circ$ e $Q = 315^\circ$. Ao calcular a média aritmética usual desses dados obtém-se o resultado de 180° . Contudo, ao plotar tais dados no círculo unitário, nota-se que o valor mais apropriado para esta média é 0° . Assim, percebe-se a necessidade de utilizar técnicas estatísticas próprias denominada no campo da estatística circular.

Assim, o principal objetivo deste trabalho foi estudar a abrangência do curso de Matemática da UFSJ, considerando as coordenadas geográficas das cidades de origem dos alunos que estão matriculados em 2023, utilizando para análise a estatística circular.

Materiais e Métodos

Os dados foram obtidos do Sistema Integrado de Gestão das Atividades Acadêmicas (SIGAA), da Universidade Federal de São João del-Rei, localizada no município de São João del-Rei - MG. Assim, analisaram-se as cidades de origem dos alunos do curso de Matemática da UFSJ

matriculados em 2023, nos diferentes períodos do curso.

A localização é uma ferramenta crucial para analisar a disposição das atividades antrópicas no espaço. No contexto do círculo unitário, uma representação didática de dados angulares com raio igual a 1 unidade, as coordenadas serão tratadas como ângulos centrados na cidade de São João. A estatística tradicional estuda dados expressos na reta real, onde 1 e 360 são valores separados por centenas de números. Essas características não levam em conta a continuidade do círculo, onde 1 e 360 são ângulos vizinhos (MARDIA et al., 2000).

Para o cálculo das distâncias se faz necessário obter a distância entre dois pontos geográficos P1 e P2, calculando então a diferença de latitude (DLA) e diferença de longitude (DLO). Para se obter os valores da DLA e DLO é necessário calcular a diferença entre as latitudes e longitudes entre as coordenadas de P1 e P2 (DE PAULA; BRIGHENTI, 2023). Calculada as diferenças, o próximo passo é transformar os valores angulares em distância.

Pelas propriedades de um triângulo retângulo, sabe-se que a tangente é a divisão do cateto oposto pelo adjacente. Seja P1 a origem em um plano cartesiano, ou seja, o ponto (0, 0), podemos deduzir que o ângulo do seguimento P1 e P2 em um círculo trigonométrico, sendo a tangente do ângulo igual a DLA/DLO, e o ângulo será obtido pela função arco tangente. O valor será dado em módulo pois se faz necessário encontrar o quadrante ao qual o ângulo pertence, e o quadrante será dado de acordo com os sinais do DLA e DLO. A cidade de São João del-Rei MG será considerada como zero grau. Para realização das análises serão utilizados os pacotes circular e CircStats do software R (R CORE TEAM, 2023).

Foram utilizados métodos estatísticos circulares para avaliar as frequências direcionais dos dados fornecidos. A partir das coordenadas geográficas de cada município fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), obtiveram-se as distâncias e direções para determinação das medidas angulares, tendo a cidade sede da UFSJ, São João del-Rei, como município de referência.

Considerando uma amostra aleatória dada vetores unitários x_1, \dots, x_n e seus os correspondentes ângulos $\theta_1, \dots, \theta_n$, respectivamente, tem-se que a direção circular média $\bar{\theta}$ de $\theta_1, \dots, \theta_n$ é a direção da resultante de $\sum_{i=1}^n x_i$.

Então considerando as equações $C = \sum_{i=1}^n \cos \theta_i$, $S = \sum_{i=1}^n \sin \theta_i$, onde $R^2 = C^2 + S^2$.

Tem-se que $\cos \bar{\theta} = \frac{C}{R}$ e $\sin \bar{\theta} = \frac{S}{R}$ e a direção circular média será dada por:

$$\bar{\theta} = \begin{cases} \arctan \frac{S}{C}, C > 0 \\ \arctan \frac{S}{C} + \pi, C < 0 \\ \arctan \frac{S}{C} + 2\pi, S < 0, C > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Como R é o comprimento resultante, será chamado de comprimento médio resultante $\bar{R} = \frac{R}{n}$.

A variância circular, representada por V é definida como $V = 1 - \bar{R}$, sendo então $0 \leq V \leq 1$ (DA SILVA; BRIGHENTI, 2023).

A mediana direcional dos ângulos $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n$ é definida como uma ângulo Φ que satisfaz as seguintes condições (MARDIA,2000):

1. A metade dos dados estejam no arco $[\Phi, \Phi + \pi)$;
2. A maioria dos dados são mais próximos de Φ do que $\Phi + \pi$.

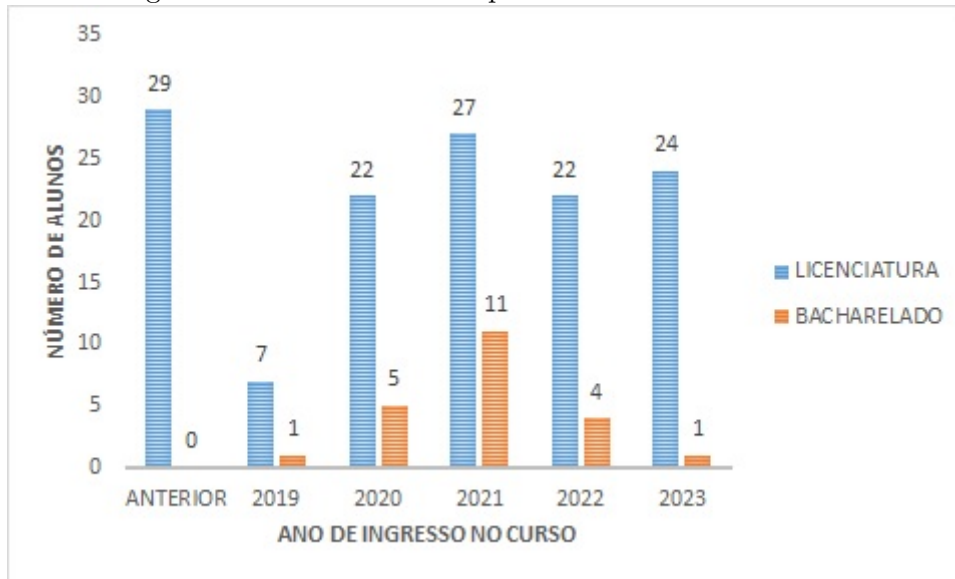
Quando o espaço amostral n é ímpar, a direção da mediana é um dos dados, ou seja, será um único ângulo, mais precisamente, o dado da $\frac{n+1}{2}$ -ésima posição. Quando n é par a direção da mediana é a média aritmética angular entre os dois ângulos centrais do espaço amostral.

Nesse estudo, a partir dos dados circulares, calculou-se medidas descritivas circulares como a média, mediana, variância e comprimento do vetor médio resultante. Além disso, construiu-se gráficos de dispersão no círculo unitário. Para a análise dos dados, foram utilizados os pacotes Circular e CircStats do software R (R CORE TEAM, 2023).

Resultados e Discussão

Na Figura 1, é apresentado o número de alunos do curso de matemática, sob as duas modalidades: licenciatura e bacharelado.

Figura 1: Número de alunos por curso dos diferentes anos



Fonte: Autores.

Ressalta-se que os dados se referem aos alunos atualmente matriculados. Ou seja, como o curso de licenciatura tem duração de 4 anos, os alunos possivelmente regulares em tempo de formação são aqueles com entrada a partir de 2020, todos os anteriores se referem a alunos de retenção. Isto já não ocorre com a modalidade de bacharelado que foi disponibilizado a partir de 2019 e portanto ainda não tem alunos concluintes.

Assim, observa-se que a licenciatura, disponibilizada desde 2002, apresenta alto grau de retenção. Por outro lado, em relação as 50 vagas disponíveis há um valor de vagas desocupadas considerável que chega a ser superior a 50% desde 2020. No caso do bacharelado em matemática, destaca-se a diminuição ocorrida do número de alunos matriculados, sendo apenas a maior turma aquela ingressante em 2021, ano do auge da pandemia. Talvez este fato tenha ocorrido pela facilidade de matrícula e cumprimento das disciplinas básicas de forma remota que permitiram menor evasão do curso nos primeiros períodos.

Observou-se que o curso de Matemática atende prioritariamente alunos de Minas Gerais, sendo que, dos 155 alunos matriculados atualmente, apenas 10,3% não são de origem do estado. No total, há alunos de 48 municípios diferentes, sendo que, 29 deles apresentam apenas 1 aluno matriculado na matemática.

Isto pode dificultar o convívio social, a questão de transporte ou mesmo apoio para estudos e pode ser uma fonte de evasão.

Para melhor se analisar os dados a Tabela 1 é apresentada. Ela esclarece o número de alunos do curso de Matemática da UFSJ, inclusive faz a distinção entre os dois modelos desse curso (Licenciatura e Bacharelado).

Tabela 1: Número de alunos segundo a modalidade do curso de Matemática e ano de ingresso

| ANO | Licenciatura | Bacharelado |
|-------|--------------|-------------|
| 2013 | 1 | 0 |
| 2014 | 1 | 0 |
| 2015 | 1 | 0 |
| 2016 | 3 | 0 |
| 2017 | 5 | 0 |
| 2018 | 18 | 0 |
| 2019 | 7 | 1 |
| 2020 | 22 | 5 |
| 2021 | 27 | 11 |
| 2022 | 22 | 4 |
| 2023 | 24 | 1 |
| TOTAL | 131 | 22 |

Fonte: Autores.

Percebe-se que o curso de bacharelado foi disponibilizado a partir de 2019 (1). Já a licenciatura apresenta alto grau de retenção como pode ser observado no gráfico.

Em seguida (Tabela 2), expõe-se a distribuição dos graduandos em 12 zonas de 50 km de raio com base na origem.

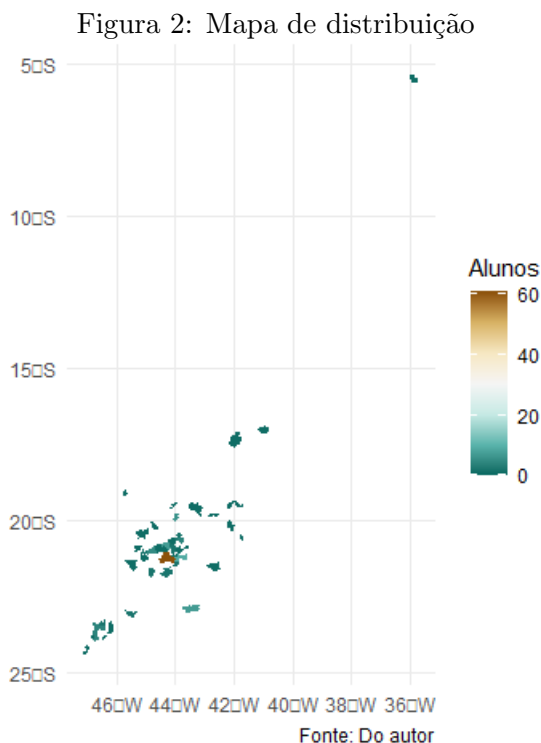
Tabela 2: Área de influência em frequência

| Distância | Frequência absoluta | Frequência relativa(%) |
|-----------|---------------------|------------------------|
| 0 † 50 | 85 | 55 |
| 50 † 100 | 31 | 20 |
| 100 † 150 | 7 | 4,5 |
| 150 † 200 | 10 | 6,5 |
| 200 † 250 | 5 | 3,25 |
| 250 † 300 | 5 | 3,25 |
| 300 † 350 | 1 | 0,6 |
| 350 † 400 | 7 | 4,5 |
| 400 † 450 | 1 | 0,6 |
| 450 † 500 | 2 | 1,2 |
| 500 † 550 | 0 | 0 |
| 550 † 600 | 1 | 0,6 |

Fonte: Autores.

Na Tabela 2, verifica-se que mais da metade dos alunos estão distribuídos em um raio de 200 km. Curiosamente não há estudantes advindos de cidades entre 500 e 550 km. Também vale ressaltar que os alunos residentes e/ou nascidos em São João del-Rei estão inclusos no primeiro intervalo, ou seja na faixa de 0 a 50 km. Desde que eles morem na cidade atualmente.

A partir do nome de cada cidade de origem dos alunos ingressantes no curso de matemática, foram verificadas as coordenadas geográficas, segundo Latitude e Longitude e calculado o valor em graus, considerando o centro da circunferência sendo a cidade de São João del-Rei, sede da UFSJ (Tabela 3).



Fonte: Autores.

No mapa (Figura 2), constata-se uma grande notoriedade do impacto desse curso disponibilizado pela UFSJ nas cidades próximas da origem. Como também uma predominância de alunos advindos do mesmo estado de São João del-Rei (Minas Gerais).

Por mais que Minas Gerais tenha a UFMG como uma universidade referência nacional, as demais universidades federais do estado (como a UFSJ), mostraram-se aptas a atender os cidadãos do interior, aqueles distantes da capital ou socioeconomicamente desfavorecidos.

Dados angulares podem ser obtidos de dados geográficos. Segundo Falconi (2022), para se obter as distâncias entre dois pontos geográficos, é necessário que se obtenha a diferença entre as medidas de latitude (DLA) e a diferença de longitude (DLO) das coordenadas geográficas desses pontos, a partir daí, é preciso que os valores angulares obtidos da DLA e DLO sejam transformados em distâncias. Define-se as distâncias relacionadas as diferenças de latitude e de longitude são dadas pela seguinte expressão:

$$\text{DLA ou DLO} = \left[g(60) + \text{min} + \frac{s}{60} \right] (1.852), \quad (2)$$

tal que as constantes presentes g , min e s são as medidas de graus, minutos e segundos, respectivamente. É importante frisar que 1 minuto da circunferência terrestre equivale a uma milha náutica (NM), e uma milha náutica equivale a 1.852 metros. Com o uso das relações trigonométricas entre as localidades, o ângulo (a), será obtido da seguinte maneira:

$$\tan(a) = \frac{\text{DLA}}{\text{DLO}} \Rightarrow a = \arctan\left(\frac{\text{DLA}}{\text{DLO}}\right) \quad (3)$$

A partir deste princípio, podem ser calculados os ângulos e distâncias entre duas cidades de interesse. Na Tabela 4, são apresentados a distância das cidades em relação à origem do curso (São João del-Rei) convertidos em graus e radianos e, posteriormente, o cálculo da distância linear em quilômetros.

Tabela 3: Cidades de origem dos alunos do curso de Matemática da UFSJ-MG

| Cidade | Latitude(S) | Longitude(O) | Graus finais |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|
| São João del Rei | 21° 8' 11" | 44° 15' 43" | - |
| Cedro do Abaeté | 19° 8' 52" | 45° 43' 2" | 126° |
| Varginha | 21° 32' 47" | 45° 25' 51" | 180° |
| Belo Horizonte | 19° 48' 57" | 43° 57' 15" | 81° |
| Cubatão | 23° 53' 44" | 46° 25' 32" | 43° |
| São Paulo | 23° 32' 56" | 46° 38' 20" | 140° |
| João Câmara | 5° 32' 38" | 35° 48' 52" | 118° |
| Resende Costa | 20° 53' 54" | 44° 14' 35" | 91° |
| Barbacena | 21° 13' 35" | 43° 46' 27" | 179° |
| Leopoldina | 21° 31' 12" | 42° 38' 43" | 180° |
| São Brás do Suaçuí | 20° 37' 24" | 43° 56' 28" | 108° |
| Perdões | 21° 6' 4" | 45° 5' 21" | 180° |
| Rio de Janeiro | 22° 54' 13" | 43° 12' 35" | 136° |
| Bom Sucesso | 21° 2' 1" | 44° 45' 9" | 180° |
| Barroso | 21° 11' 15" | 43° 58' 33" | 180° |
| Entre Rios de Minas | 20° 40' 24" | 44° 3' 23" | 258° |
| Lavras | 21° 14' 45" | 44° 59' 59" | 181° |
| Mercês | 21° 11' 39" | 43° 20' 30" | 180° |
| Inhapim | 19° 33' 11" | 42° 7' 28" | 223° |
| Cruzília | 21° 50' 22" | 44° 48' 45" | 360° |
| Taubaté | 23° 1' 51" | 45° 32' 54" | 303° |
| Guarulhos | 23° 24' 47" | 46° 26' 40" | 317° |
| Coronel Xavier Chaves | 21° 1' 23" | 44° 9' 58" | 358° |
| Mogi das Cruzes | 23° 31' 29" | 46° 11' 14" | 314° |
| Ibertioga | 21° 25' 11" | 43° 57' 15" | 360° |
| Conselheiro Lafaiete | 20° 39' 35" | 43° 47' 8" | 296° |
| Congonhas | 20° 29' 5" | 43° 50' 21" | 293° |
| Ritápolis | 21° 1' 20" | 44° 18' 55" | 357° |
| Lagoa Dourada | 20° 53' 12" | 44° 4' 5" | 281° |
| Itabira | 19° 39' 57" | 43° 12' 44" | 298° |
| Prados | 21° 3' 13" | 44° 5' 24" | 360° |
| Itapeçerica | 20° 28' 24" | 45° 7' 36" | 311° |
| São Lourenço | 22° 7' 3" | 45° 3' 6" | 308° |
| João Monlevade | 19° 48' 33" | 43° 10' 26" | 299° |
| Três Pontas | 21° 22' 16" | 45° 30' 42" | 360° |
| Andrelândia | 21° 43' 4" | 44° 18' 44" | 358° |
| Carandaí | 20° 57' 15" | 43° 47' 29" | 295° |
| Carmo do Cajuru | 20° 9' 55" | 44° 46' 8" | 297° |
| Manhuaçu | 20° 16' 5" | 42° 2' 12" | 336° |
| Capela Nova | 20° 55' 15" | 43° 36' 41" | 303° |
| Águas Formosas | 17° 4' 56" | 40° 56' 3" | 310° |
| Novo Cruzeiro | 17° 27' 33" | 41° 52' 32" | 301° |
| São Tiago | 20° 54' 8" | 44° 30' 4" | 283° |
| Embu-Guaçu | 23° 49' 51" | 46° 48' 44" | 322° |
| Matozinhos | 19° 33' 50" | 44° 3' 39" | 276° |
| Peruíbe | 24° 19' 2" | 46° 59' 44" | 312° |
| Campo Belo | 20° 51' 57" | 45° 16' 24" | 316° |
| Dionísio | 19° 49' 60" | 42° 46' 38" | 307° |

Fonte: Autores.

Tabela 4: Distância linear das cidades de origem dos alunos do curso de Matemática

| Cidades | Graus | Radianos | Distância Linear (km) |
|-----------------------|-------|----------|-----------------------|
| São João del Rei | - | - | - |
| Cedro do Abaete | 126 | 2.199 | 273,80 |
| Varginha | 199 | 3.473 | 137,65 |
| Belo Horizonte | 77 | 1.344 | 150,67 |
| Cubatão | 52 | 0.908 | 389,62 |
| São Paulo | 135 | 2.3565 | 376,34 |
| João Câmara | 118 | 2.0595 | 197,06 |
| Resende Costa | 95 | 1.658 | 26,54 |
| Barbacena | 170 | 2.967 | 55,12 |
| Leopoldina | 167 | 2.915 | 184,63 |
| São Brás do Suaçui | 122 | 2.129 | 67,24 |
| Perdões | 178 | 3.107 | 92,01 |
| Rio de Janeiro | 121 | 2.112 | 228,55 |
| Bom Sucesso | 168 | 2.932 | 55,69 |
| Barroso | 170 | 2.967 | 32,30 |
| Eentre Rios de Minas | 246 | 4.294 | 56,30 |
| Lavras | 188 | 3.281 | 82,88 |
| Mercês | 184 | 3.211 | 102,46 |
| Inhapim | 217 | 3.788 | 295,58 |
| Cruzília | 308 | 5.3761 | 99,23 |
| Taubaté | 304 | 5.306 | 254,46 |
| Guarulhos | 314 | 5.480 | 350,45 |
| Coronel Xavier Chaves | 310 | 5.411 | 16,50 |
| Mogi das Cruzes | 309 | 5.393 | 340,88 |
| Ibertioga | 317 | 5.533 | 46,49 |
| Conselheiro Lafaiete | 315 | 5.4981 | 74,89 |
| Congonhas | 303 | 5.288 | 86,32 |
| Ritópolis | 295 | 5.149 | 14,00 |
| Lagoa Dourada | 308 | 5.376 | 35,13 |
| Itabira | 306 | 5.341 | 200,77 |
| Prados | 334 | 5.829 | 21,21 |
| Itapecerica | 323 | 5.637 | 121,09 |
| São Lourenço | 309 | 5.393 | 139,95 |
| João Monlevade | 309 | 5.393 | 190,71 |
| Três Pontas | 349 | 6.092 | 141,30 |
| Andrelândia | 275 | 4.800 | 64,85 |
| Carandaí | 339 | 5.917 | 56,07 |
| Carmo do Cajuru | 298 | 5.201 | 121,73 |
| Manhuaçu | 339 | 5.917 | 265,48 |
| Capela Nova | 342 | 5.969 | 76,16 |
| Águas Formosas | 309 | 5.393 | 582,83 |
| Novo Cruzeiro | 303 | 5.288 | 487,12 |
| São Tiago | 316 | 5.515 | 37,19 |
| Embu-Guaçu | 313 | 5.463 | 412,25 |
| Matozinhos | 277 | 4.835 | 176,16 |
| Peruíbe | 311 | 5.428 | 466,05 |
| Campo Belo | 345 | 6.021 | 116,34 |
| Dionísio | 319 | 5.568 | 219,51 |

Fonte: Autores.

O curso de licenciatura em Matemática da UFSJ se destaca pela disponibilidade de oferecer a modalidade de curso noturno que é fundamental, uma vez que, segundo Abdal e Navarra (2014), o estudante com desvantagens econômicas e educacionais tem uma dupla posição de trabalhador-estudante.

Uma característica familiar nas universidades brasileiras é a de acolher estudantes não somente da cidade em que instituição é localizada, mas de alunos que moram em cidades próximas (ALBANO, 2002). Alguns se mudam para a cidade em que a universidade é instalada e outros não, esses percorrem diariamente estradas para obterem seus diplomas (ABDAL; NAVARRA, 2014).

Na UFSJ não é diferente, segundo Cruz e colaboradores (2013), embora haja presença considerável de alunos sanjoanenses, maior é o número de alunos advindos de diversas regiões do estado mineiro e, também, de outras regiões do país. O curso de Matemática é oferecido na UFSJ como licenciatura desde 2002 e o bacharelado a partir de 2019. Nele também é possível verificar que muitos alunos não são oriundos de São João. Como pode ser visto na Tabela 3 as cidades consideradas no estudo.

Na Tabela 5 são apresentadas as estatísticas descritivas circulares dos dados.

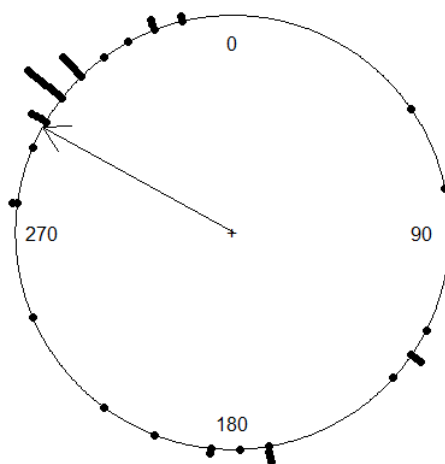
Tabela 5: Estatísticas dos dados angulares das cidades alunos egressos da matemática

| Variável | Mediana | Média circular | Comprimento do vetor médio | Variância |
|----------|---------|----------------|----------------------------|-----------|
| Graus | 299,16° | 309,00° | 20,07° | 37,23° |

Fonte: Autores.

Pode-se observar que a média circular é 309° ou, cotidianamente, há uma concentração na “região metropolitana de São João”, uma vez que mais de 50% dos alunos estão espalhados por até 50 km da origem. Além disso, construiu-se o gráfico do círculo unitário, a partir do software R (R CORE TEAM, 2023), apresentado na Figura 3. A variabilidade dos dados é notável como pode ser analisado pelo módulo da variância e a distribuição dos ângulos das cidades em questão no gráfico apresentado na Figura 3.

Figura 3: Círculo unitário



Fonte: Autores.

Portanto, com sua zona de abrangência diversificada, a UFSJ, neste curso especificamente, contribui para mitigar o mal-estar gerado por essa questão na educação e futuro brasileiros. A UFSJ tem múltiplos campi distribuídos em várias cidades mineiras. Isso abre também a possibilidade do intercâmbio entre eles, desencadeando como efeito um maior poder de atração para jovens.

Conclusão

Pode-se concluir que o uso da estatística circular foi eficaz para estudar a localização de variáveis expressas em dados direcionais, uma vez que retrata com maior confiabilidade a realidade estudada.

Além disso, pode-se concluir que a abrangência da Universidade Federal de São João del-Rei, no que diz respeito ao curso de Matemática, está intimamente ligada a cidades localizadas a Sudeste da sede da instituição, com distância inferior a 100km.

Agradecimentos

À Coordenação do Curso de Matemática da UFSJ e a FAPEMIG pela concessão de bolsa.

Referências

- ABDAL, A.; NAVARRA, J. "Uni por Uni, eu escolhi a que era do lado da minha casa": Deslocamentos cotidianos e o acesso, a permanência e a fruição da universidade por bolsistas do ProUni no Ensino Superior privado. *Novos estudos CEBRAP*, p. 65-87, 2014.
- ALBANO, C. *O sentido da interpretação nas cidades do ouro - São João Del Rei e Tiradentes*. In: ALBANO, Celina; MURTA, Stela Maris (orgs). Interpretar o patrimônio - um exercício do olhar. Belo Horizonte: UFMG, 2002. 288p.
- BENADUCE, H. S. C.; SILVA, A. M. *Inferência e caracterização através de estatística circular para dados de direção do vento*. Monografia (especialização) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, RS, 2020.
- CRUZ, A. C.; NADÚ, P. H. S.; TORRES, D. A. R. Caracterização do perfil socioeconômico dos discentes da Universidade Federal de São João Del Rei residentes em repúblicas. *São João del-Rei*, 2013.
- DA SILVA, C. T. S.; BRIGHENTI, C. R. G. *Regressão linear-circular para modelagem de dados meteorológicos*. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 14, n. 10, p. 16347–16359, 2023.
- DE PAULA, E. W.; BRIGHENTI, C. R. G. *Estatística circular: um estudo direcional, via coordenadas geográficas, dos alunos aprovados na Escola Preparatória de Cadetes do Ar*. REMAT: Revista Eletrônica da Matemática, Bento Gonçalves, RS, v. 9, n. 2, p. e3008, 2023.
- HADDAD, M. *Ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) no ensino presencial e semipresencial de graduação da UFSJ*. São João del-Rei, 2013.
- JAMMALAMADAKA, S. R.; SENGUPTA, A.; SENGUPTA, A. *Topics in circular statistics*. World scientific, 2001.
- MARDIA, K. V.; JUPP, P. E.; MARDIA, K. V. *Directional statistics*. New York: Wiley, 2000.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.