



## CONSISTÊNCIA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA REGIÃO CENTRO-SUL DE MATO GROSSO DO SUL\*

Lorrane Barbosa Alves <sup>1</sup>

Rafael Brugnolli Medeiros <sup>2</sup>

### RESUMO

Compreender o comportamento pluvial das unidades de estudo não pode ser considerado simplista, visto necessitar de uma série de procedimentos analíticos que buscam tal feito, como a averiguação da homogeneização do banco de dados pluvial a ser trabalhado. Para tanto, foi feita uma análise preliminar do banco de dados das estações pluviométricas inseridas na região centro-sul de Mato Grosso do Sul com o intuito de verificar sua consistência. Das 48 estações pluviométricas pertencentes a área de estudo apenas 29 apresentaram uma série temporal de 1980 a 2019, contudo, das 29 estações 59% manifestaram inconsistência em sua série devido as falhas existentes, o que foi necessário aplicar, após a exploração de outros bancos de dados, o método de Ponderação Regional. Em um segundo momento, a fim de aferir e verificar a consistência da série histórica preenchida, aplicou-se o Método Dupla Massa. Assim sendo, as informações dispostas pelo método Dupla Massa expõem a eficiência do preenchimento do banco de dados preexistente, correspondendo a um grau de homogeneidade acima de 99,0%. Portanto, esse trabalho ambiciona atribuir maior confiabilidade ao banco de dados, subsidiando tomadas de decisão e contribuindo em outros estudos que se embasam na dinâmica pluvial.

**Palavra-chave:** Ponderação Regional; Dupla Massa; Dinâmica Pluvial.

### ABSTRACT

Understanding the rainfall behavior of the study units cannot be considered simplistic, as it requires a series of analytical procedures that seek to do so, such as checking the homogeneity of the rainfall database to be worked on. For this, a preliminary analysis of the database of rainfall stations inserted in the center-south region of Mato Grosso do Sul was made in order to verify its consistency. Of the 48 rainfall stations belonging to the study area only 29 presented a time series from 1980 to 2019, however, of the 29 stations 59% manifested inconsistency in their series due to existing gaps, which was necessary to apply, after exploring other databases, the Regional Weighting method. In a second moment, in order to assess and verify the consistency of the historical series filled in, the Double Mass Method was applied. Thus, the information provided by the Double Mass Method exposes the efficiency of the filling of the pre-existing database, corresponding to a degree of homogeneity above 99.0%. Therefore, this work aims at attributing greater reliability to the database, supporting decision making and contributing to other studies that are based on rainfall dynamics.

---

\* Este artigo é resultado de um projeto de pesquisa em andamento, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados. Pesquisadora do Laboratório de Geografia Física ([www.lgf.ggf.br](http://www.lgf.ggf.br)) e do NEEF (Núcleo de Estudos Estratégicos Fronteiras). E-mail de contato: [lorrane.geo@gmail.com](mailto:lorrane.geo@gmail.com);

<sup>2</sup> Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão. Pesquisador vinculado ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. E-mail: [rafael\\_bmedeiros@hotmail.com](mailto:rafael_bmedeiros@hotmail.com) .



**Keywords:** Regional Weighting; Double mass; Pluvial Dynamics.

## INTRODUÇÃO

Os aspectos climáticos são fenômenos que impactam direta e indiretamente na qualidade de vida da população, que diante de sua repercussão no espaço geográfico, torna-se necessário compreender as dinâmicas dos fatores e elementos que compõem a Climatologia, uma ciência que “busca por essência, no estudo da atmosfera, a compreensão do ritmo e sucessão habitual dos estados do tempo, reconhecendo que essa dinâmica atua como elemento regulador da organização do espaço” (ALMEIDA, 2005, p. 15).

Em se tratando das interações e relações dos elementos que compõem o espaço geográfico, Conti (2001, p. 92) menciona que a Climatologia Geográfica “concentra suas atenções na superfície do planeta, onde se dá a conexão dos processos atmosféricos, geomorfológicos e biológicos e onde o homem, vivendo em sociedade, produz e organiza o espaço geográfico, isto é, constrói seu ecúmeno”. Neste ínterim, a relevância desta ciência fica evidente quando aplicada em estudos relacionados ao planejamento agrícola e urbano, gestão de recursos hídricos, na prevenção de desastres naturais, na produção de energia, dentre outros setores no âmbito socioambiental e socioeconômico.

O comportamento dos elementos climáticos trabalhados na ciência Climatológica é monitorado por satélites e radares meteorológicos, estação meteorológica de superfície (automáticas e convencionais), dentre outras fontes. Para tanto, quando os instrumentos de medições não são calibrados e/ou não são manuseados de forma adequada pelos operadores, podem acarretar problemas técnicos e, com isso, não disponibilizar o dado do dia, ocasionando uma ruptura na série temporal do banco de dados.

Assim, este artigo objetiva apresentar a distribuição das estações pluviométricas de superfície presentes na região centro-sul de Mato Grosso do Sul e a consistência do banco de dados destas após o preenchimento dos dados faltantes, por meio de modelos matemáticos. Sabe-se que a distribuição das chuvas possui características heterogêneas no tempo e no espaço e, com isso, são instalados um conjunto de estações pluviométricas, equipadas com instrumentos de precisão responsáveis em medir as variações e distribuições das chuvas, sendo estas espalhadas por todo território, formando-se assim uma rede de monitoramento.

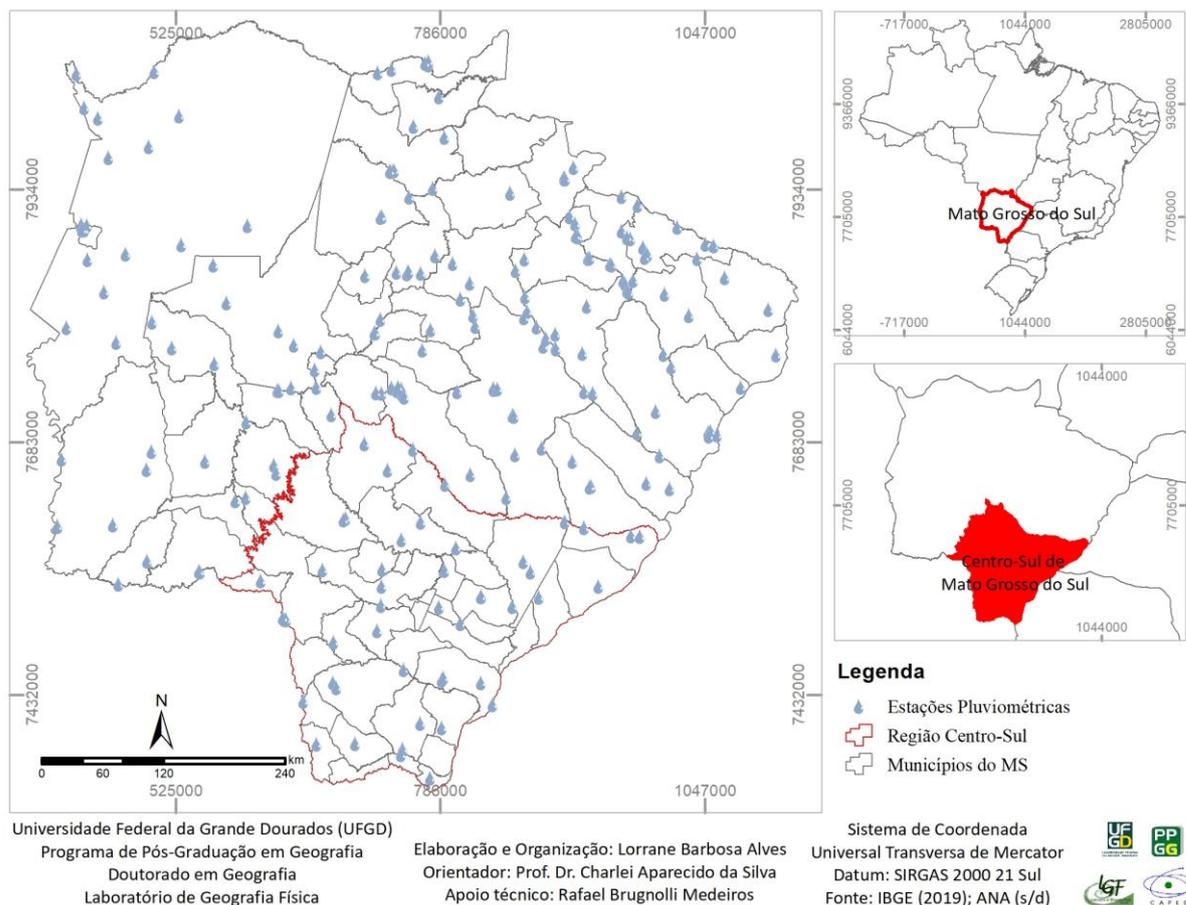
No estado do Mato Grosso do Sul foram identificadas 229 estações pluviométricas de acordo com a Agência Nacional das Águas (Figura 1), operadas, em sua maioria, por órgãos governamentais, como: o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais



(CEMADEN), o Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de Mato Grosso do Sul (CEMTEC-MS), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Portanto, o banco de dados das estações pluviométricas trabalhadas neste artigo, consideradas estações principais, foram adquiridas na Agência Nacional das Águas (ANA).

Isto posto, das 229 estações pluviométricas identificadas, 48 estão inseridas na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, responsáveis em dispor de dados que auxiliam na compreensão do regime e variabilidade pluvial da área. Ao identificar as estações que compõem a área de estudo, efetuou-se uma análise exploratória destas, com objetivo de trabalhar com um banco de dados que apresentassem uma série histórica de 1980 a 2019.

**Figura 1:** Localização das estações pluviiais de Mato Grosso do Sul



## REFERENCIAL TEÓRICO

Ao se trabalhar com um banco de dados que dispõe de séries históricas de dados pluviiais é necessário verificar a presença ou a ausência de falhas e sua (in) consistência.



Assim, foram encontrados na literatura inúmeros métodos e técnicas que objetivam sanar as falhas identificadas e a homogeneização da série histórica das estações pluviométricas. Logo, “a utilização das técnicas estatísticas dependerá dos objetivos do problema de pesquisa que está sendo analisado, e da validade de alguns pressupostos necessários aos modelos estatísticos aplicados” (SILVESTRE, 2016, p.28).

Os modelos matemáticos que visam completar as séries históricas pluviais são diversos, tendo como exemplo o Método de Regressão Linear Simples e Múltipla, a Média Aritmética Simples, o Método de Ponderação Regional com base em Regressão Linear, o Método de Ponderação Regional (PR), dentre outros, sendo este último utilizado no presente artigo. Tal método é frequentemente utilizado por autores que tem como objetivo preencher séries históricas em escalas mensais e anuais, como utilizado por Bertoni e Tucci (2001), Rohn e Freiria (2003), Bier e Ferraz (2017); Soares (2018); Alves e Silva (2020), dentre outros pesquisadores. Assim, a Ponderação Regional consiste, de acordo com Bertoni e Tucci (2001), em selecionar, a partir da identificação da estação a ser preenchida

[...] pelo menos três que possuam, no mínimo, dez anos de dados. Os postos vizinhos escolhidos devem estar numa região climatológica semelhante ao posto a ser preenchido. Para o preenchimento de valores diários de precipitação não se deve utilizar esta metodologia, pois os resultados podem ser muito ruins (BERTONI; TUCCI, 2001, p.183).

Os autores Pereira, Angelocci e Sentelhas (2007), Schneider (2014) e Almeida (2016) enfatizaram que a distância máxima entre duas estações sinóticas seja de 150 km, como recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), sendo esta distância máxima adotada.

Em um segundo momento, a fim de apurar a consistência da série histórica pluvial preenchida, buscou-se na literatura métodos que avaliassem a homogeneização do banco de dados estruturado, como método do Vetor Regional, método de Correlação com as Normais Climáticas e o método Dupla Massa, sendo este último trabalhado neste artigo. Há séries históricas que não apresentam homogeneidade e “quando de sua utilização, os resultados podem não representar a realidade, podendo ocorrer erros por superestimativa ou por subestimativa (BURIOL et al., 2012, p.121), por isso a relevância em examinar o banco de dados a ser utilizado.

O método Dupla Massa abarca a estação que se quer avaliar o grau de homogeneidade dos dados, tendo como base de tal avaliação, as estações de apoio. Como já retratado, utilizou-se três estações de apoio para efetuar o preenchimento das falhas de algumas séries



temporais, raros os casos em que se utilizou apenas duas estações. Logo, as mesmas estações de apoio utilizadas para o preenchimento também serão utilizadas para a análise da consistência, visto requerer os mesmos cuidados para a seleção.

O método de Dupla Massa é muito utilizado nos estudos brasileiros e foi desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 1966). A metodologia consiste, como recomendado por Bertoni e Tucci (2001), Oliveira *et al.* (2010), Sanches (2013), dentre outros pesquisadores e instituições, em plotar em um gráfico cartesiano os valores totais acumulados anual ou mensal do posto a validar (ordenadas) e do posto de apoio (abscissas), devendo a série histórica preenchida ser proporcional. Assim sendo, plotou-se os totais anuais acumulados da estação principal e a média dos totais anuais acumulados das três estações de apoio.

A consistência entre as estações serão verificadas pela reta de tendência e pelo coeficiente de determinação ( $r^2$ ), por meio da função do coeficiente de correlação, estipulando a relação entre as estações meteorológicas. O valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) “sempre se posiciona no intervalo entre 0 (zero) e 1 (um) e, de modo geral, quanto mais alto for o valor para  $r^2$ , melhor será o modelo de regressão” (MANN, 2005, p. 811). Portanto, “haverá consistência dos totais anuais da estação analisada quando houver uma tendência linear em relação às estações vizinhas” (OLIVEIRA *et al.*, 2010, p. 1188) e um coeficiente de determinação representativo.

Nesta perspectiva, a reta de tendência objetiva verificar a distribuição dos valores, assim, “se os valores da estação a consistir são proporcionais aos observados na base de comparação, as mesmas devem alinhar-se segundo uma única reta” (ROHN, FREIRIA, 2003, p.7). Por fim, além de avaliar a consistência das séries históricas pluviométricas esse método possibilita identificar, também, erros sistemáticos (mudança de declividade ou tendência), erros de transcrição ou postos sujeitos a diferentes regimes pluviométricos (ROHN; FREIRIA, 2003). Isto posto, todos os procedimentos supracitados visam aferir, corrigir, gerar e verificar o grau de homogeneidade da série histórica dos bancos de dados pluviométricos, em especial, das estações pluviométricas da região centro-sul de Mato Grosso do Sul.

## **METODOLOGIA**

As análises temporais do elemento climático em questão possibilitam compreender sua dinâmica, para tanto, trabalhar com o regime e a variabilidade pluviométrica exige a organização dos dados e informações adquiridos, visto a construção do banco de dados ser densa,



primeiramente, por retratar dados de 48 estações pluviométricas pertencentes a área de estudo, com uma série histórica de 1980 a 2019.

É válido salientar que os bancos de dados trabalhados neste artigo foram adquiridos no site da Agência Nacional das Águas (ANA), por meio da ferramenta HidroWeb, considerada a entidade base desta pesquisa. Logo, ao explorar os dados destas 48 estações pluviométricas foi constatado que nem todas apresentaram a série temporal a ser trabalhada, para tanto, 29 estações pluviométricas manifestaram dados pluviais entre 1980 a 2019, contudo, foram identificadas algumas rupturas.

A fim de sanar tal inconsistência, foi efetuado pesquisas em outras instituições que também dispõem de dados do elemento climático abordado, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO), visando identificar estações próximas (estações de apoio) a estação principal em que foi constatada a falha, localizadas no mesmo município e em condições altimétricas equivalentes. Ao identificar tais estações de apoio, foi utilizado seu dado real para o preenchimento, caso este novo banco de dados fornecesse o mês faltante.

De acordo com as Diretrizes e Análises Recomendadas para a Consistência de Dados Pluviométricos (2011, p.10), elaborado pela Agência Nacional das Águas, “a condição espacial da precipitação sugere sempre a necessidade de analisar os dados de conjuntos de estações de medição pluviométricas próximas para permitir o preenchimento de lacunas nos registros ou a substituição de dados observados e considerados errôneos”.

Os dados pluviais de cada estação foram tabulados com o auxílio do *software Microsoft Excel®* (2016), que, após a organização e avaliação destes, constatou-se que nem todas as séries históricas que apresentaram falhas foram preenchidas com os dados pluviais das outras entidades, por constar, também, falha no mesmo mês faltante, desse modo, recorreu-se ao método estatístico Ponderação Regional, que visa sanar tais falhas e consiste na seguinte equação, segundo Bertoni e Tucci (2001):

$$y = \frac{1}{3} + \left[ \frac{x1}{xm1} + \frac{x2}{xm2} + \frac{x3}{xm3} \right] * ym$$

Onde:

**y** = a precipitação do posto Y a ser estimada;

**x1, x2, x3** = as medidas correspondentes ao mês (ou ano) que se deseja preencher, observadas em três estações vizinhas X1, X2, X3;



$xm1$ ,  $xm2$ ,  $xm3$  = as médias mensais ou anuais das três estações vizinhas  $x1$ ,  $x2$ ,  $x3$ ;  
 $ym$  = precipitação média do posto Y.

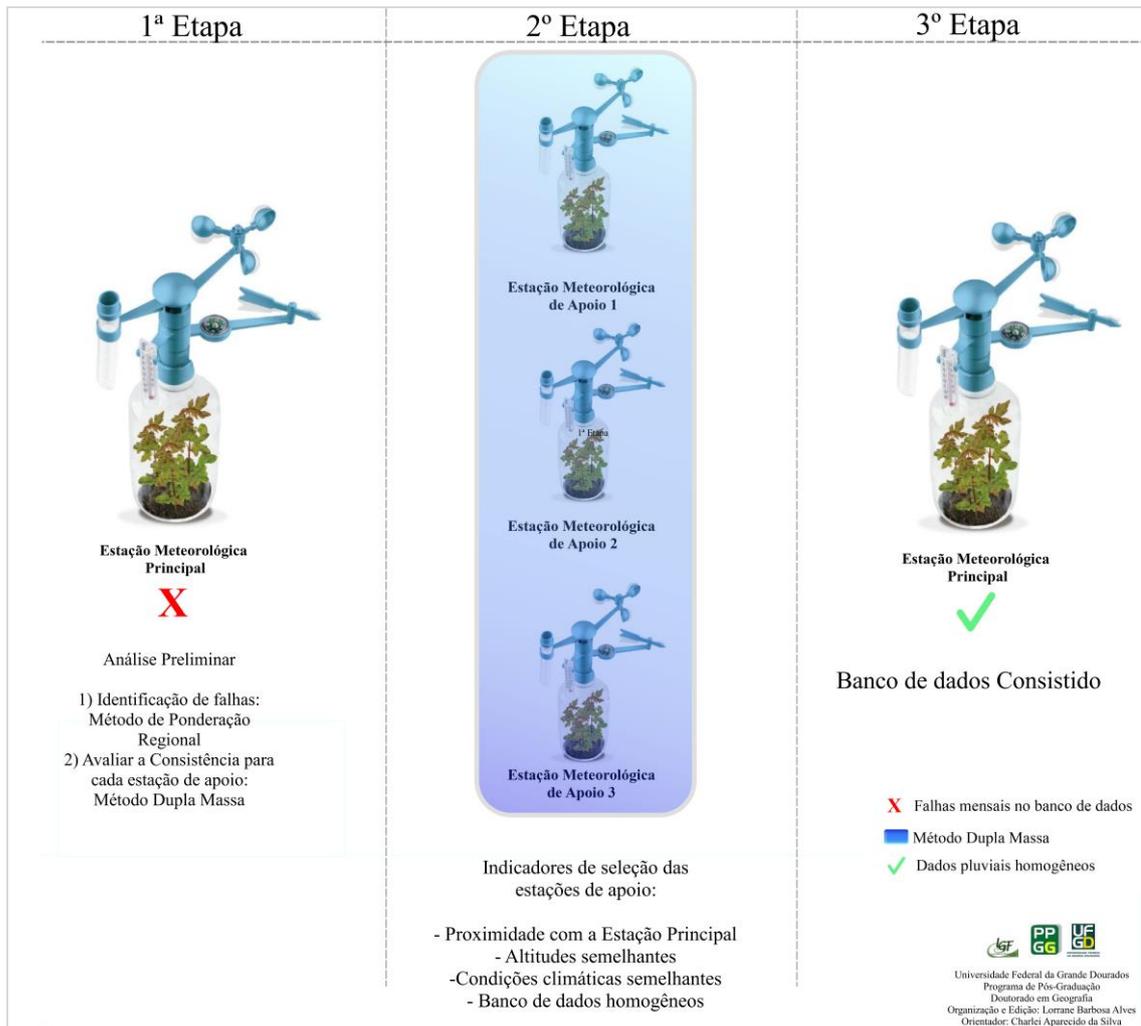
Com o propósito de selecionar as estações de apoio, que disponibilizaram os dados para aplicação da equação do método de Ponderação Regional, atentou-se para alguns critérios, como:

- Identificar as estações de apoio localizadas nas mesmas condições climáticas que a estação principal;
- Priorizar três estações de apoio mais próximas da estação principal, descartando estações que estão além do raio de 150 km - recomendação da OMM;
- Escolher estações de apoio com menos falhas; verificar se os dados possuem uma série histórica de no mínimo 10 anos;
- Optar por estações de apoio com altitudes semelhantes.

Um software utilizado com o propósito de auxiliar na seleção das estações foi HydroPlu 4.1 (2010), que identifica o distanciamento (km) entre as estações pluviométricas. Contudo, segundo Amador (2017, p. 67), “o programa encontra-se desatualizado e não são todas as ferramentas que estão disponíveis”, mas o *software* disponibiliza informações sobre as estações pluviométricas que estão próximas da estação principal, sendo possível estipular o raio de influência e as entidades responsáveis em coletar os dados pluviométricos no território nacional e, conseqüentemente, na área a ser estudada.

Após todos os procedimentos descritos, foi verificada a consistência da série histórica das estações que apresentaram falhas, com o objetivo de apurar o grau de homogeneidade do banco de dados, com isso, utilizou-se o método Dupla Massa (Figura 2), plotando os totais anuais acumulados da estação principal e a média dos totais anuais acumulados das três estações de apoio em um gráfico de dispersão e, em seguida, inseriu-se a reta de tendência e o coeficiente de determinação, com o auxílio do *software Microsoft Excel*® (2016).

**Figura 2:** Etapas do método Dupla Massa

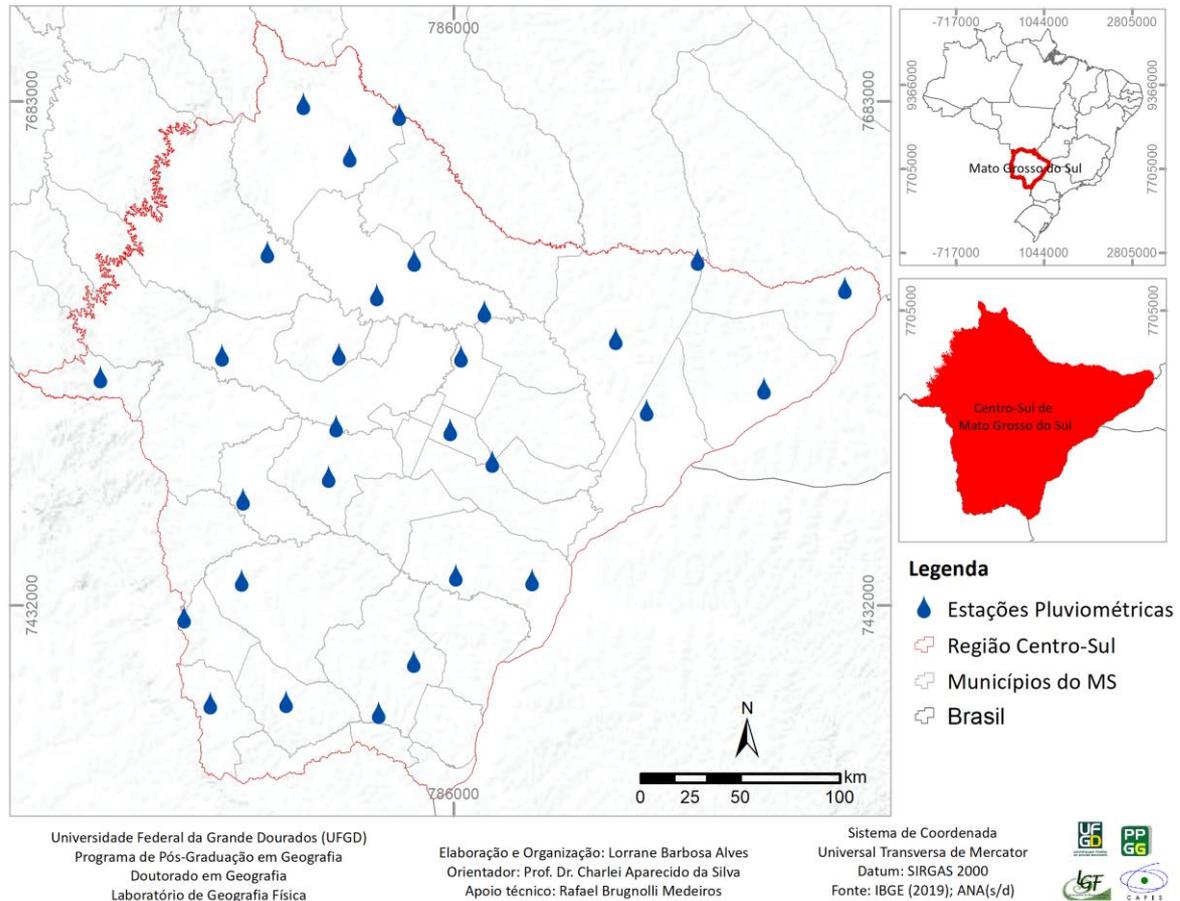


## RESULTADOS E/OU DISCUSSÕES

Ao explorar os bancos de dados das 48 estações pluviométricas presentes na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, constatou que destas apenas 29 estações apresentaram uma série histórica entre 1980 – 2019 (Figura 3). Contudo, 59% das estações manifestaram inconsistência em sua série temporal devido as falhas preexistentes (Quadro 1), aplicando-se, após a exploração de outros bancos de dados, o método de Ponderação Regional. Em um segundo momento, a fim de aferir e verificar a consistência da série histórica preenchida, aplicou-se, então, o método Dupla Massa.



**Figura 3:** Localização das estações pluviométricas selecionadas



**Quadro 1:** Estação principal com suas respectivas estações de apoio para o preenchimento de falhas

<b>Estação Principal/ Código</b>	<b>Estações de Apoio/ Código/ Distância entre a estação principal</b>
Antônio Joao/ 2255002	Maracaju/ 02155000/ 110 km; <b>Dourados/ 2254001/130 km</b> ; Amambaí/ 2355000/130 km.
Bataiporã/ 02253014	Rosana /02253003/ 50 km; <b>Anaurilândia/ 02252000/ 70 km</b> ; Ivinhema/02253004/ 70 km.
Bocajá/ 2255003	Dourados/ 2254001/ 70 km; <b>Amambaí/ 2355000/ 50 km</b> ; Flórida/ 2354002/ 80 km
Caarapó/ 2254000	Dourados/ 2254001/ 30 km; <b>Flórida/ 2354002 / 50 km</b> ; Bocajá/ 2255003/ 50 km.
Capão Bonito/ 02154007	Vau do Bálsamo/ 02154002/ 40 km; <b>Porto Pindaíba/ 02153000/ 40 km</b> ; Sidrolândia/ 02054021/ 40km.
Colônia Bom Jesus/ 2354004	Naviraí/ 2354000/ 50 km; <b>Flórida/ 2354002/ 60 km</b> ; Altônia/ 2353003/ 80 km.
Coronel Sapucaia/ 2355001	Amambaí/ 2355000/50 km; <b>Flórida/ 2354002/ 120 km</b> ; Dourados/ 2254001/130 km.
Fazenda Jangada/ 2253015	Glória de Dourados/ 2254003/ 50 km; <b>Naviraí/ 2354000/ 70 km</b> ; Flórida/ 2354002/ 80 km.
Fazenda Vaca Branca/ 2353048	Naviraí/2354000/ 50 km; <b>Icaraíma/ 2353031/ 50 km</b> ; Querência do Norte/ 2353010/ 50 km.
Itaporã/ 2254005	Porto Rio Brillhante/ 02154001/ 50 km; <b>Dourados/ 2254001/50 km</b> ; Maracaju/ 02155000/ 70 km.

Continuação...



Estação Principal/ Código	Estações de Apoio/ Código/ Distância entre a estação principal
Itaum/ 2255004	Porto Rio Brilhante/ 02154001/ 90 km; <b>Dourados/ 2254001/ 80 km;</b> Maracaju/ 02155000/ 60 km
Porto São Domingos/ 2355002	Amambaí/ 2355000 / 70 km; <b>Flórida/ 2354002/ 120 km;</b> Dourados/ 2254001/160 km.
Porto Wilma/ 2254004	Glória de Dourados/ 2254003/ 50 km; <b>Aroeira/ 02154000/ 60 km;</b> Porto Rio Brilhante/ 02154001/ 60 km.
Retiro Guarujá/ 02154006	Aroeira/ 02154000/ 50 km; <b>Glória de Dourados/ 2254003/ 60 km;</b> Porto Rio Brilhante/ 02154001/ 70 km.
Sidrolândia/ 02054021	Vau do Balsamo/ 02154002/ 60 km; <b>Porto Pindaíba/ 02153000/ 60 km;</b> Maracaju/02155000/ 80 km.
Tacuru/ 2355003	Amambaí/ 2355000/ 70 km; <b>Flórida/ 2354002/ 100 km;</b> Dourados/ 2254001/150 km.
Xavante	Anaurilândia/02252000/78 km; <b>Porto Pindaíba/ 02153000/ 57km;</b> Glória de Dourados/2254003/ 95 km

**Fonte:** ANA (s/d) e HidroPlu 4.1 (2010)

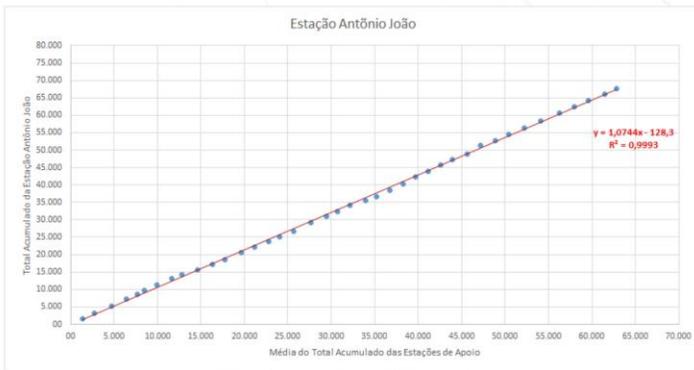
**Organização:** Autores (2021)

Ao analisar os gráficos resultantes da aplicação do método Dupla Massa (figura 4 e figura 5), correlacionando o banco de dados das estações principais com o banco de dados das estações de apoio por meio do gráfico de diagrama de dispersão, representado sob pares ordenados (x, y), em um sistema cartesiano, foi possível observar uma correlação positiva, em que os pontos estão em torno da reta de tendência em ascensão.

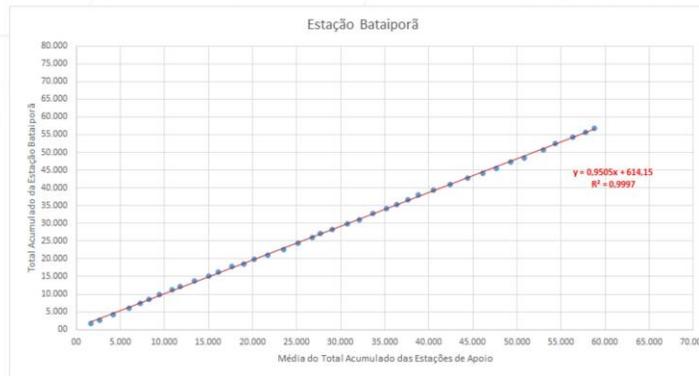
Com a distribuição destes pontos foi possível constatar uma proporcionalidade entre os dados dos postos pluviométricos trabalhados, o que indica uma correlação forte, visto estarem próximos e alinhados a reta. De acordo com Caldeira, Araújo e Beskow (2011, p.7), este alinhamento segundo “uma linha reta indica a consistência dos dados, descartando a possibilidade de haver erros, alteração nas condições de observação e mudança nas condições climáticas do local”.

Diante do comportamento dos dados explicitado pelos gráficos de dispersão das figuras 4 e 5 fica evidente a eficiência do modelo matemático utilizado para o preenchimento de falhas em questão, isto é, o método de Ponderação Regional. Para tanto, a fim de reforçar esta afirmação, extraiu-se da função do coeficiente de correlação o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), onde foi possível observar que o  $r^2$  das 17 correlações plotadas apresentaram valores próximos de 1, o que corresponde um grau de homogeneidade acima de 99,0%.

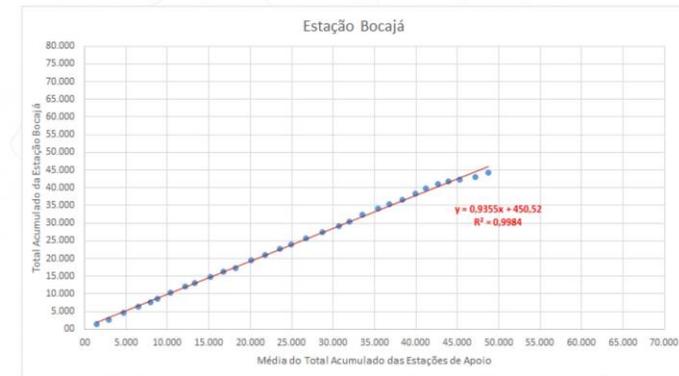
# Figura 4: Dupla Massa



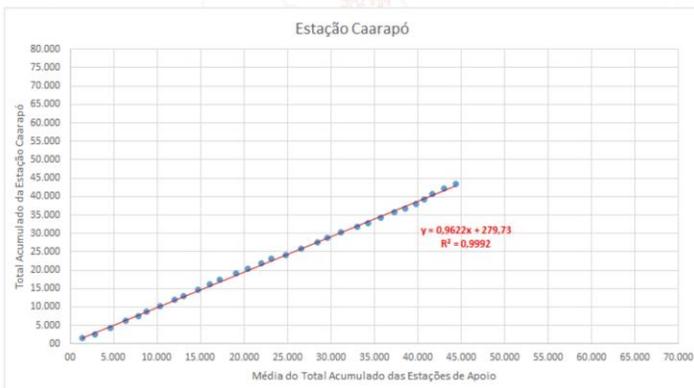
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS MARACAJÚ (110KM), DOURADOS (130KM) E AMAMBÁ (130KM)



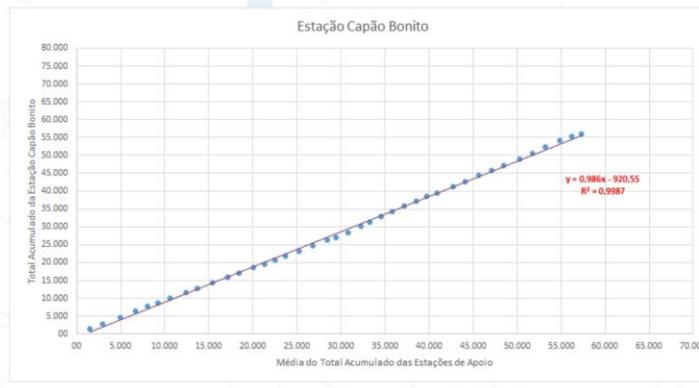
FALHAS CORRIGIDAS PELAS ESTAÇÕES ROSANA(50KM), ANAURILÂNDIA(70KM) E IVINHEMA(70KM)



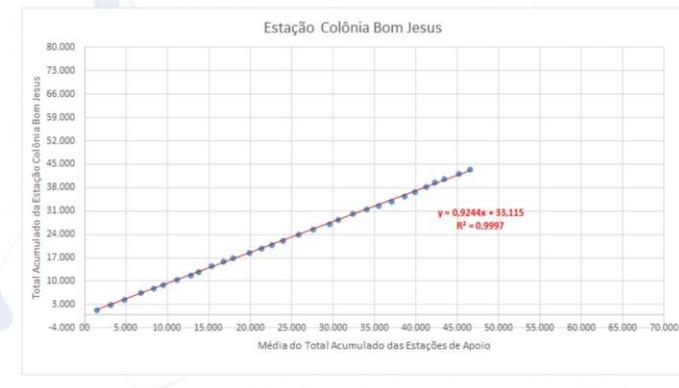
FALHAS CORRIGIDAS PELAS ESTAÇÕES: DOURADOS (70KM), AMAMBÁ (50KM), FLÓRIDA (80KM)



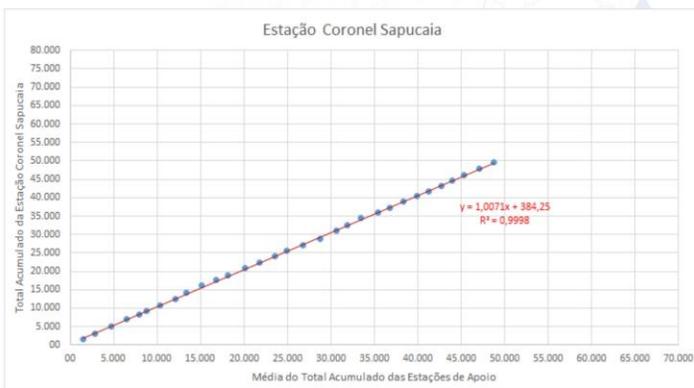
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS DOURADOS(30KM), FLÓRIDA(50KM) E BOCAJÁ(50KM)



POSTO VAU DO BÁLSAMO (40 KM), PORTO PINDÁBA (40 KM) E POSTO SIDROLÂNDIA (40 KM)



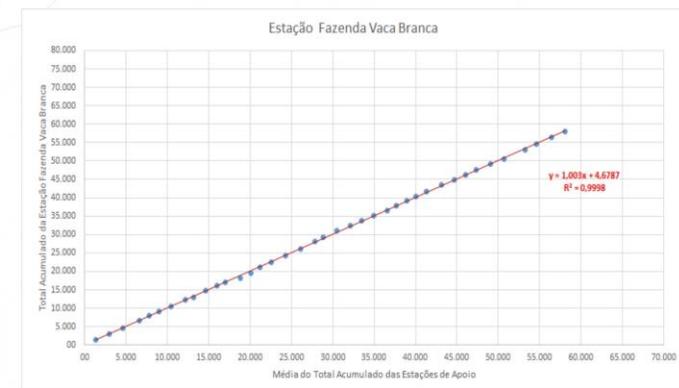
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS NAVIRAÍ (50KM), FLÓRIDA (60KM) E ALTÔNIA (80 KM)



FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS: AMAMBÁ (50KM), FLÓRIDA (120KM) E DOURADOS (130KM)

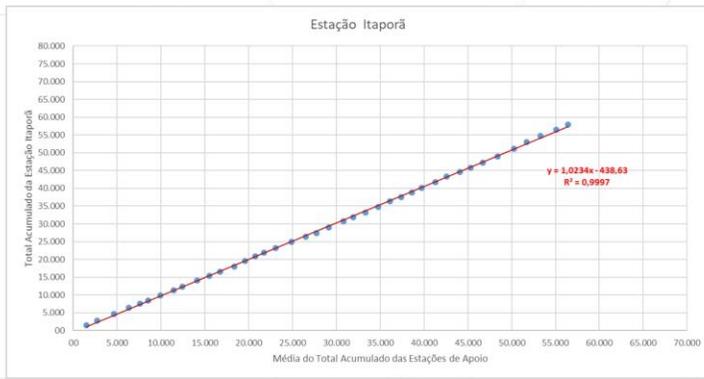


FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS: GLÓRIA DE DOURADOS(50KM), NAVIRAÍ(70KM) E FLÓRIDA(80KM)

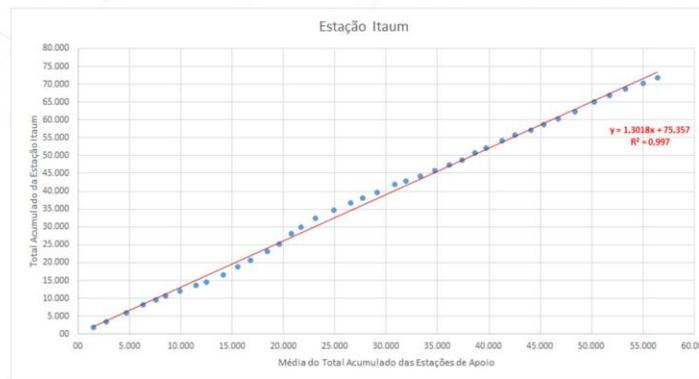


FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS NAVIRAÍ (50KM), ICARÁIMA (50KM) E QUERÊNCIA DO NORTE (50KM)

## Figura 5: Dupla Massa



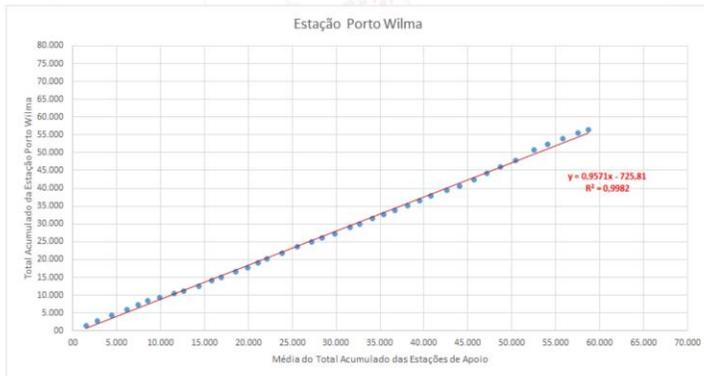
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS PORTO RIO BRILHANTE(50KM), DOURADOS(50KM) E MARACAJÚ(70KM)



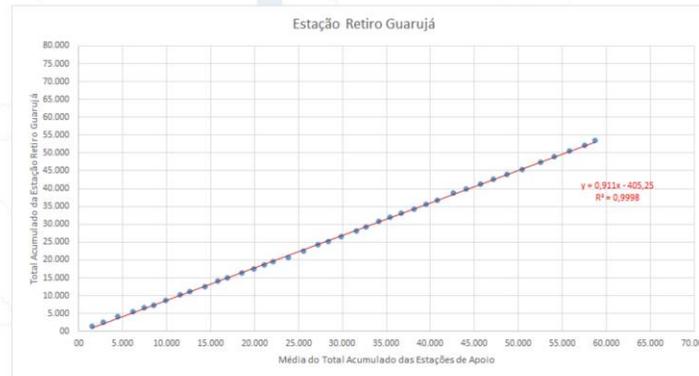
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS MARACAJU(60KM), DOURADOS(80KM) E PORTO RIO BRILHANTE(90KM)



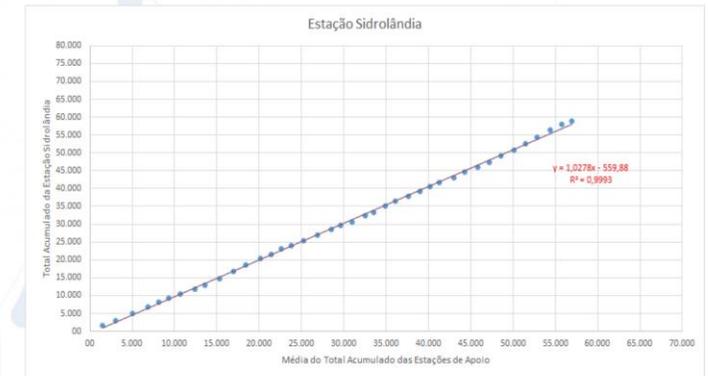
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS AMAMBAÍ (70KM), FLÓRIDA (120KM) E DOURADOS (160KM)



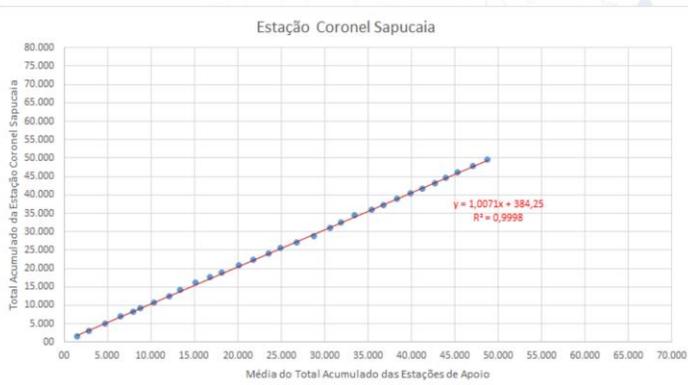
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS GLÓRIA DE DOURADOS(50KM), AROEIRA(60KM) E PORTO RIO BRILHANTE(60KM)



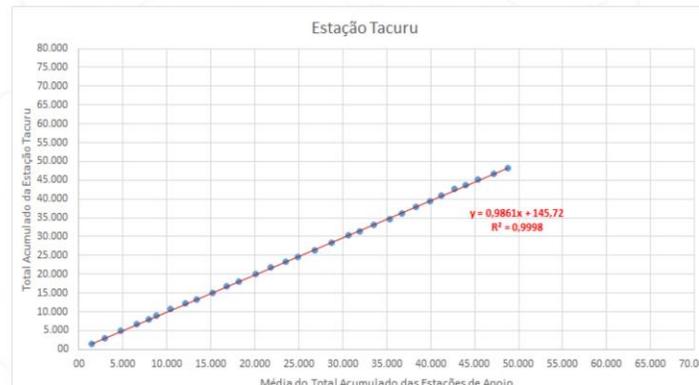
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS AROEIRA(50KM), GLÓRIA DE DOURADOS(60KM) E PORTO RIO BRILHANTE(70KM)



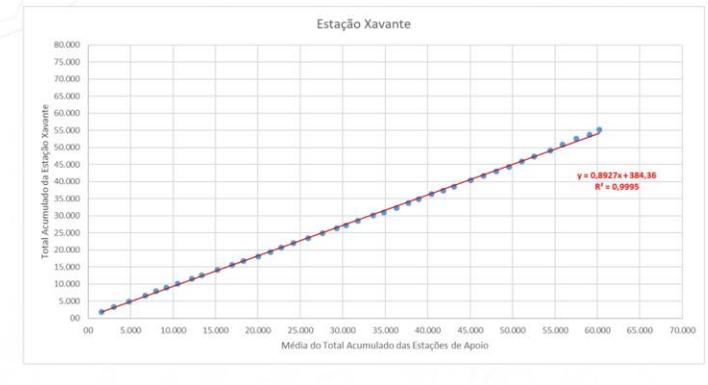
FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS VAU DO BÁLSAMO(60KM), PORTO PINDAÍBA(60KM) E MARACAJÚ(80KM)



FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS: AMAMBAÍ (50KM), FLÓRIDA (120KM) E DOURADOS (130KM)



FALHAS CORRIGIDAS PELOS POSTOS AMAMBAI (70KM), FLÓRIDA (100KM) E DOURADOS (150KM)



FALHA CORRIGIDA PELOS PORTOS PINDAÍBA(57KM), GLORIA DE DOURADOS (95,KM), ANAURILÂNDIA (78 KM)



Assim, ao analisar os dados dispostos pelo coeficiente de determinação e o comportamento linear dos pares de dados (x,y) é possível afirmar a consistência da série histórica das estações que, de início, apresentaram inconsistência por haver dados faltantes. Portanto, diante do que foi trabalhado neste artigo fica explícito a eficiência do desempenho do método de Ponderação Regional frente ao preenchimento das falhas das estações pluviométricas da região centro-sul de Mato Grosso do Sul e, com isso, sendo possível utilizar o banco de dados das 29 estações pluviométricas com o intuito em compreender do regime e da variabilidade pluvial.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em síntese, a escolha das estações pluviométricas para estudos que implicam na compreensão do regime e da variabilidade pluvial envolvem uma série de procedimentos para a sua seleção e utilização. Com isso, após uma avaliação preliminar do banco de dados das estações, dispostos pela Agência Nacional das Águas (ANA), constatou-se a existência de falhas na série histórica de algumas estações, sendo necessário o preenchimento destes dados faltantes, com base no método de Ponderação Regional. Este preenchimento é necessário visto a “ausência de falhas em uma série histórica de dados de precipitação torna viável o desenvolvimento de projetos baseados em análises estatísticas consistentes e não tendenciosas” (CALDEIRA; ARAÚJO; BESKOW, 2011, p7).

Para verificar se tais bancos de dados, após o preenchimento, apresentaram uma homogeneidade, aplicou-se o método de Dupla Massa, relacionando a estação meteorológica principal com suas estações de apoio. Portanto, as correlações efetuadas após a aplicação do método de Ponderação Regional se mostraram satisfatórios, visto os coeficientes de determinação apresentarem uma eficiência de 99%, atribuindo maior confiabilidade ao banco de dados das 29 estações pluviométricas trabalhadas e inseridas na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, o que permite auxiliar nas tomadas de decisão.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Diretrizes e análises recomendadas para a consistência de dados pluviométricos**. Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH, 2011. 18p.



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br> Acesso em: 10/06/2021

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA; Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; Universidade Federal de Viçosa - UFV; Fundação Arthur Bernardes - FUNARBE. **Hidro-Plu: Programa de Homogeneização de Dados Pluviométricos**. Viçosa, MG: GPRH/UFV, 2010, 39 p.

ALMEIDA, H.A. de. **Climatologia Aplicada à Geografia**. Universidade Estadual da Paraíba, Capina Grande: EDUEPB, 2016.

ALMEIDA, I. R. de. **O clima como fator de expansão da cultura da soja no Centro Oeste. Presidente Prudente, 2005**. 112f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

ALVES, L. B.; SILVA, C. A. da. A homogeneização do banco de dados pluviométricos: um estudo de caso da estação Amambai, Mato Grosso do Sul. In: 14º ENEPE – ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2020, Dourados. **Anais [...]**. Dourados, 2020.

AMADOR, M.C. **Variabilidade e Regime das Chuvas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento Ivinhema no Período de 1980 a 2010**. 236f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados, 2017.

BERTONI, Juan C.; TUCCI, Carlos E. M. Precipitação. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Cap. 5. p. 177-241.

BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T.; BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T. Comparação de Metodologias de Preenchimento de Falhas em Dados Meteorológicos para Estações no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 215–226, 2017.

BURIOL, G.A.; ESTAFANEL, V.; OLIVEIRA, J.S. de; LANZER, L.M; SOUZA, C.M. de. Homogeneidade dos totais mensais de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **PESQ. AGROP. GAÚCHA**, Porto Alegre, v.18, n.2, p. 120-127, 2012.

CALDEIRA, T.L; ARAÚJO, M.M.F; BESKOW, S. Análise de série hidrológica de precipitação no sul do Rio Grande Do Sul para aplicação na gestão e monitoramento de recursos hídricos. In: IV Encontro Sul-brasileiro de Meteorologia. **Anais...** UFPel, Pelotas, 2011.

CONTI, J. B. Geografia e Climatologia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 5, n. 1, p. 91-95, 10 dez. 2001.

ESRI 2011. **ArcGIS Desktop**: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

EXCEL®, Microsoft Corporation ©, 2016.

MANN, Prem S. **Introdução à estatística**. Tradução Teresa Cristina Padilha de Souza. Contribuições de Christopher Jay Lacke. - 8. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2015

OLIVEIRA, L.F.C; FIOREZE, A.P.; MEDEIROS, A.M.M; SILVA, M.A.S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.14, n.11, p.1186-1192, 2010.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Departamento de Ciências Exatas – Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, 2007.



ROHN, M. da C.; FREIRIA, N. T. **Estudos de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais na bacia do rio Paranapanema.** Instituto de tecnologia para o desenvolvimento/ Centro de hidráulica e hidrologia. Projeto HG-194, Relatório Técnico, n. 6. 2003.

SANCHES, F. O. **Os Areais do sudoeste do Rio Grande do Sul: estudo sobre as chuvas no século XX e um possível cenário para o século XXI.** 2013. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013, 188p.

SCHNEIDER, Heverton. **A geografia do clima na microrregião de Dourados/MS: regime e excepcionalidades pluviiais no período de 1980 a 2012.** Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências Humanas –Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

SILVESTRE, Miriam Rodrigues. **Técnicas estatísticas utilizadas em climatologia geográfica: diagnóstico e propostas.** 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

SOARES, Nathália Karoline de Carvalho. **O regime e a variabilidade das chuvas na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, a expansão da cana-de-açúcar e o cenário das mudanças climáticas globais.** 2018. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.