

# EFEITO DA SAZONALIDADE CLIMÁTICA REGIONAL NA PRODUÇÃO DE MINÉRIO E ESTÉRIL EM UMA MINA DE FOSFATO

Camila Martins Silvério Cardoso - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão

camila.martins@discente.ufg.br

Antonio Nilson Zamunér Filho - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão

antoniozamuner@ufg.br

## RESUMO

A precipitação pluviométrica é a variável do meio ambiente de maior importância nos estudos climatológicos em regiões tropicais. Dessa maneira, se faz necessário analisar os seus impactos no setor mineral, uma vez que o clima é um fenômeno físico natural que apresenta maior dificuldade no controle de produção. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos da precipitação pluviométrica, na produção de minério e estéril de uma mina de fosfato. Para tanto foi necessário identificar as relações entre o regime pluviométrico e a produção de minério e estéril, referente aos anos de 2014 a 2018 e 2019 em relação a precipitação. Percebeu-se, também, que na análise dos cinco anos, para a produção de minério existe uma correlação fraca com a precipitação (3,3%). Contudo, para o estéril a correlação é forte (74,6%). Neste caso a chuva possui interferência na produção.

**Palavras- chave:** Precipitação; Mina a céu aberto; Produção mineral.

## ABSTRACT

Rainfall is the most important environmental variable in climatological studies in tropical regions. Thus, it is necessary to analyze its impacts on the mineral sector, since the climate is a natural physical phenomenon that presents greater difficulty in controlling production. The objective of this work was to analyze the effects of rainfall, on the production of ore and waste from a phosphate mine. Therefore, it was necessary to identify the relationship between the rainfall regime and the production of ore and waste, referring to the years 2014 to 2018 and 2019 in relation to precipitation. It was also noticed that in the analysis of the five years, for the production of ore there is a weak correlation with precipitation (3.3%). However, for the sterile, the correlation is strong (74.6%). In this case, rain has interference in production.

**Keywords:** Precipitation; Open pit mine; Mineral production.

## **INTRODUÇÃO**

A mineração está dividida em quatro fases diferentes em termo de conceitos, porém correlacionadas em condições de execução, sendo elas denominadas prospecção, exploração, desenvolvimento e lavra [1].

Em um projeto de mineração a certificação, através de estudos de viabilidade, podem comprovar a execução do planejamento de lavra. Para isso, necessita de estudos que envolvem aspectos geológicos, econômicos, legais, ambientais, sociopolíticos e tecnológicos.

É relevante dizer que uma das maiores preocupações do homem primitivo era o comportamento da atmosfera, pois eram nômades e tinham a necessidade de se proteger, surgindo a imposição do estudo da atmosfera. Logo, a previsão do tempo teve grande evolução, datada do início do século XIX, após os avanços tecnológicos na fabricação de instrumentos de medidas meteorológicas, nos processos metodológicos e nos conhecimentos dos fenômenos atmosféricos [2].

Por sua vez, a precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes da climatologia. Devido sua influência nos diferentes setores da sociedade, podem causar impactos significativos quando ocorre em excesso, como por exemplo enchentes e alagamentos e, quando escassa, ocasiona secas, assoreamento dos rios, afetando diretamente os setores produtivo, social e ambiental de uma determinada região [3].

Além disso, a variabilidade da precipitação em diversas escalas de tempo, como eventos meteorológicos ou climáticos extremos pode interferir direta ou indiretamente nas atividades do setor produtivo, como a agricultura, recursos hídricos, geração de energia hidroelétrica assim como as operações de mina a céu aberto, o que impacta diretamente o planejamento e a execução da lavra.

Portanto, diante do exposto é importante analisar os impactos dos efeitos do clima, como a precipitação, visto que o clima é uma variável física natural e é a que possui maior dificuldade de controle na produção, gerando efeitos negativos na lavra, como paradas ou interrupções do processo da operação de mina.

## **METODOLOGIA**

A região de estudo se localiza à 10 km sentido GO-503, do município de Ouidor/GO e aproximadamente 17 km da cidade de Catalão/GO, sendo este caminho feito por 10 km na BR-050, sentido Brasília e mais 7 Km no sentido GO- 504.

Para a obtenção dos dados pluviométricos utilizou-se o software Weatherlink<sup>®</sup>, o qual coleta as informações da estação meteorológica da mina de fosfato e envia, via Wi-Fi, monitorados em tempo real, para a base de aquisição.

Utilizou-se o Microsoft Excel<sup>®</sup> para separar somente os dados mensais dos anos de 2010 a 2019, pois os dados pluviométricos da mina só foram registrados a partir do ano de 2010.

Após a coleta de todas as informações referentes a pesquisa, buscou-se relacionar a precipitação pluviométrica da região com os problemas identificados na produção da mina. Em seguida foi feito um apontamento gráfico visando levantar as possíveis relações. Posteriormente, analisou-se as correlações existentes utilizando-se o software Minitab 19<sup>®</sup> entre as duas variáveis, precipitação *versus* minério e precipitação *versus* estéril.

## **DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

### **Análise dos dados de produção de minério em relação a precipitação**

A Figura 1, abaixo, ilustra a média mensal dos últimos cinco anos de produção de minério e as precipitações. No mês de fevereiro obteve-se uma produção de 483.840 tbu (toneladas em base úmida) lavradas, sendo este o mês de menor produção. Tal fato pode se justificar pela alta incidência de precipitação e dificuldades na operação nestes dias.

Observa-se, também, que os meses de alta produção são respectivamente: março, julho, agosto, outubro e dezembro. Os meses de junho e julho são meses secos, com poucas precipitações o que justifica a alta produção nestes meses, já março e dezembro são meses com excesso de precipitação, porém com alta produção. Tal fato pode ser confirmado por fatores externos de produção, referente ao planejamento estratégico e operação da mina.

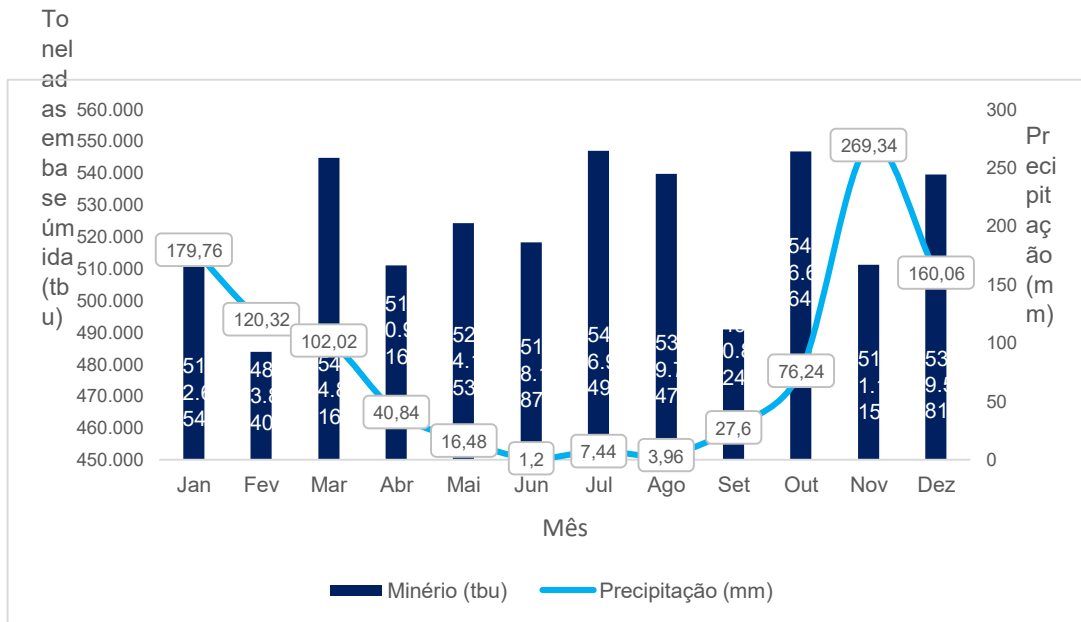


Figura 1: Gráfico da média mensal de produção de minério em relação a precipitação entre os anos de 2014 a 2018.

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 2 ilustra a regressão linear simples entre a relação minério *versus* precipitação. Observa-se que a correlação é fraca (3,3%). Neste cenário, os pontos observados no gráfico estão muito dispersos da linha de regressão ajustada, o que significa uma correlação quase inexistente. Assim, a chuva possui pouca interferência na produção do minério, pois o material é mais resistente as interferências meteorológicas da região. Ambos os processos são oriundos pelo método lavra por bancadas. Porém a diferença em ambos se baseia na resistência do material.

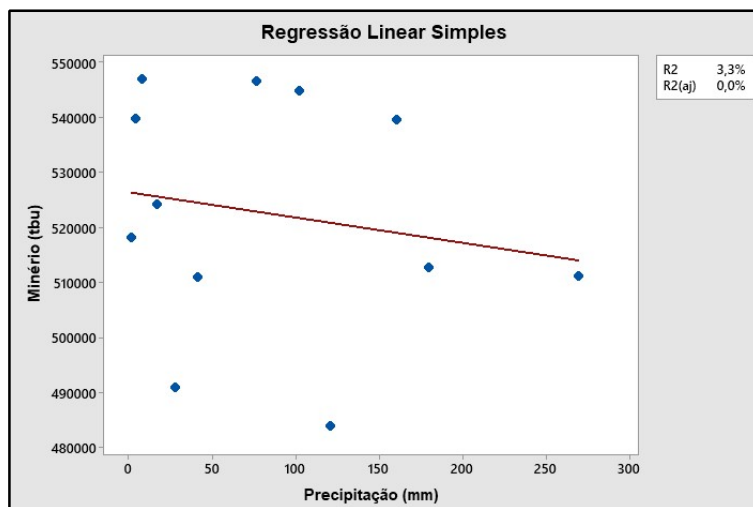


Figura 2: Regressão linear simples entre a relação minério *versus* precipitação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

## Análise dos dados de produção de estéril em relação a precipitação

Em relação ao estéril, se percebe que a produção é bem maior, pois é necessário retirar uma grande quantidade de estéril para poder lavar o minério. O que resulta, também, em uma movimentação maior de equipamentos na mina. Na Figura 3 observa-se que no mês de agosto ocorreu a maior produção em relação à média mensal dos últimos cinco anos e a menor produção ocorreu no mês de dezembro.

No mês de novembro a precipitação foi a maior com 269,34 mm e obteve-se uma produção de estéril de 666.691 tbu.

Os meses de abril a outubro possuem a maior produção do ano pelo fato desses meses serem referentes ao período de escassez de chuva, que coincide com o clima da região.

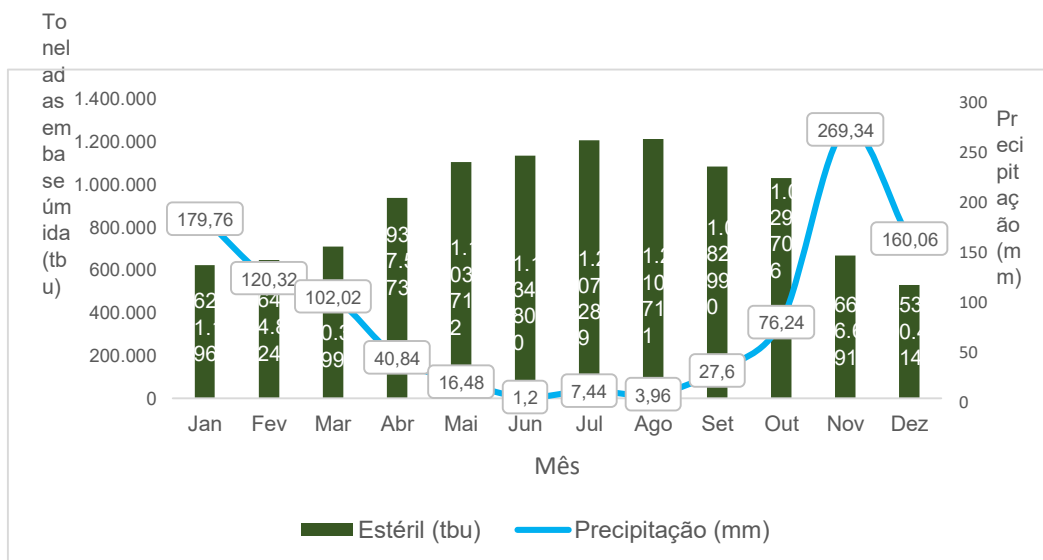


Figura 3: Gráfico da média mensal de produção de estéril em relação a precipitação entre os anos de 2014 a 2018.

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 4 ilustra a regressão linear simples entre estéril *versus* precipitação. A correlação existente entre a precipitação com o estéril é forte. Neste caso, os pontos como observados estão próximos da linha de regressão ajustada, o que significa uma correlação forte (74,6%). Assim, a chuva possui muita interferência na produção do estéril, ou seja, afeta significativamente, ocasionando paradas na operação de mina, alagamento das frentes de lavra, resistência ao deslocamento dos veículos de transporte, entre outros. Esta interferência se explica também pelo fato do estéril ser um material friável e argiloso, que quando lavrado está sujeito a grandes interferências meteorológicas da região.

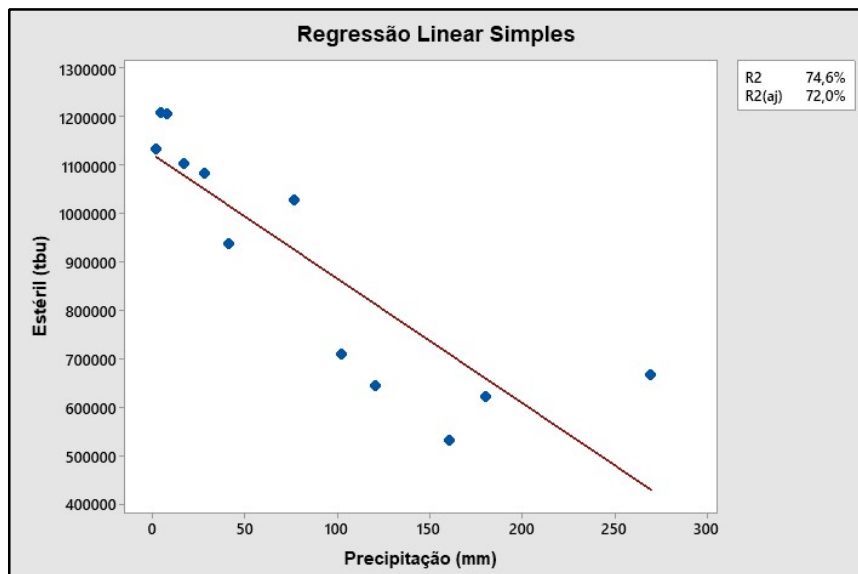


Figura 4: Regressão linear simples entre estéril *versus* precipitação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

### **Análise dos dados de produção de minério e estéril referente ao ano de 2019**

A fim de analisar os meses de maior e menor precipitação, escolheu-se o ano 2019 por ser o mais recente dos últimos anos.

A Figura 5 ilustra os meses de maiores precipitações, sendo de outubro a abril. Observa-se nesses meses que a produção de estéril sofre uma redução, pois a chuva atrapalha as condições da mina, tornando-a insegura em algumas situações e ocasionando, portanto, paradas operacionais. Outro fator relevante é que o material da mina, referente ao estéril, é argiloso, limitando a operação quando a chuva é forte.

Os meses de maio a setembro são os que possuem baixa precipitação, ocasionando uma alta produção de estéril. Isso deve-se, também, ao fato de o material estar seco e das condições da mina estarem mais seguras em relação a chuva.

Já em relação ao minério, observe-se que a produção começa a aumentar nos meses de maio a julho e em outubro acontece a maior produção (745.041 tbu). Isso se deve ao fato de que a precipitação foi menor em comparação aos meses chuvosos, possibilitando uma operação mais eficiente e segura na mina.

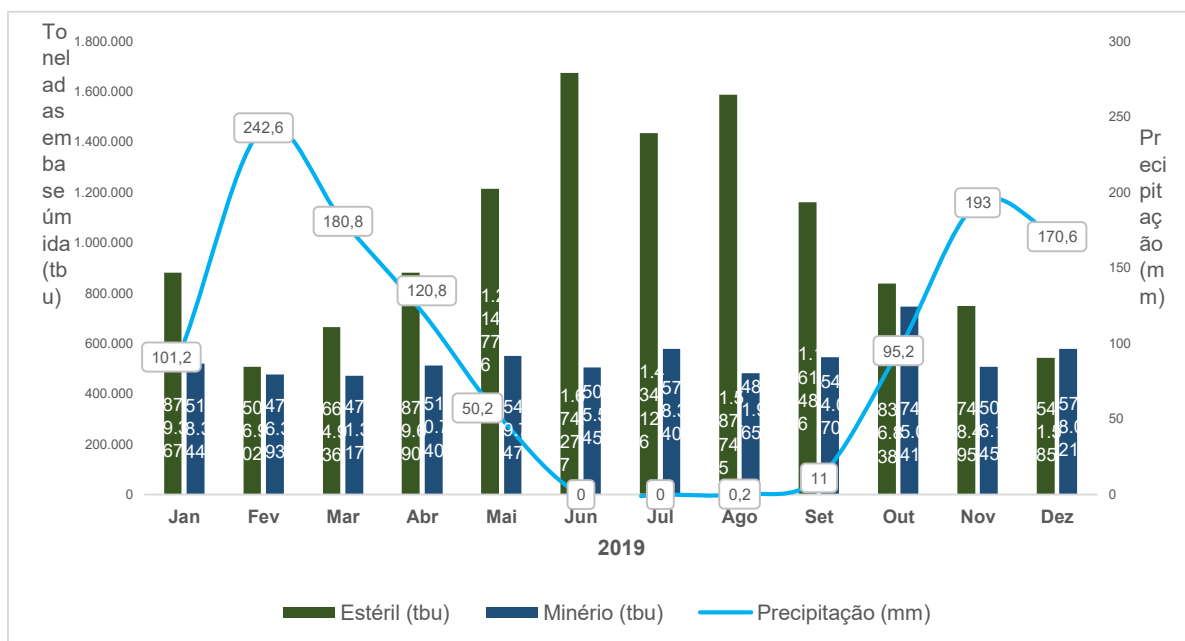


Figura 5: Gráfico produção de minério e estéril em relação a precipitação do ano de 2019.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Dispõe-se, também, que a média mensal de produção de minério é de 538.806 tbu e de estéril 1.010.582 tbu. No mês de maior precipitação, em fevereiro, verifica-se que a produção de minério teve uma redução de 11,58% em relação à média de produção. Já no estéril, referente ao mesmo mês, a redução em relação à média de produção foi de 49,85%. Tal fato se explica pela grande quantidade de precipitação ocorrida naquele mês.

Em relação aos meses que não houve precipitação, em junho observa-se uma redução de 6,17% em relação à média de produção de minério, e um aumento de 65,63% de produção de estéril. Por fim, no mês de julho, observa-se um aumento de 7,33% em relação à média de produção de minério e um aumento de 41,87% de produção de estéril. Tal fato se explica pelo período de seca e pela grande movimentação de equipamentos da mina para cumprir as metas de movimentação total.

A figura 6 ilustra a correlação existente entre o minério *versus* precipitação para o ano de 2019. Observa-se uma correlação muito fraca (3%). A mesma coincide com as análises acima do minério, pois como demonstrado a chuva possui pouca interferência na produção do minério.

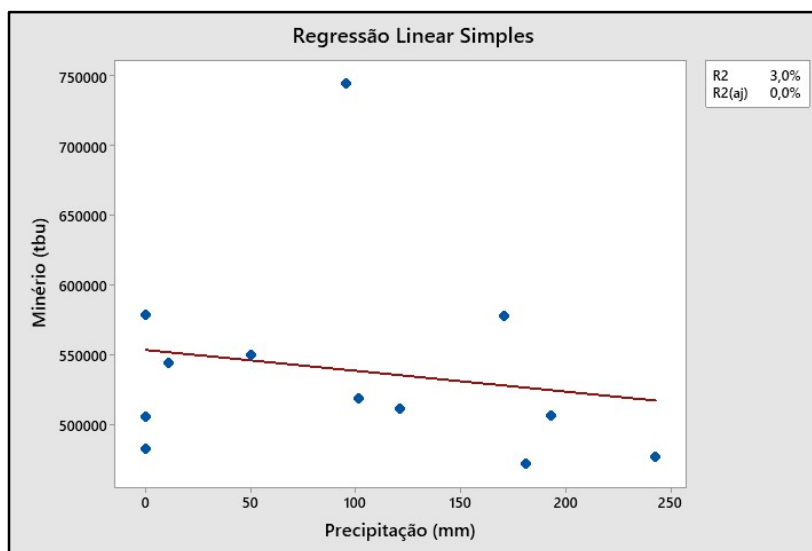


Figura 6: Regressão linear simples entre minério *versus* precipitação.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Já a Figura 7 ilustra a regressão linear simples entre estéril *versus* precipitação no ano de 2019. A correlação existente entre a precipitação com o estéril é forte. O que coincide também com as análises dos anos anteriores. Observa-se uma correlação de 84,7%, que comprova a baixa produção dos meses com alta incidência de chuva.

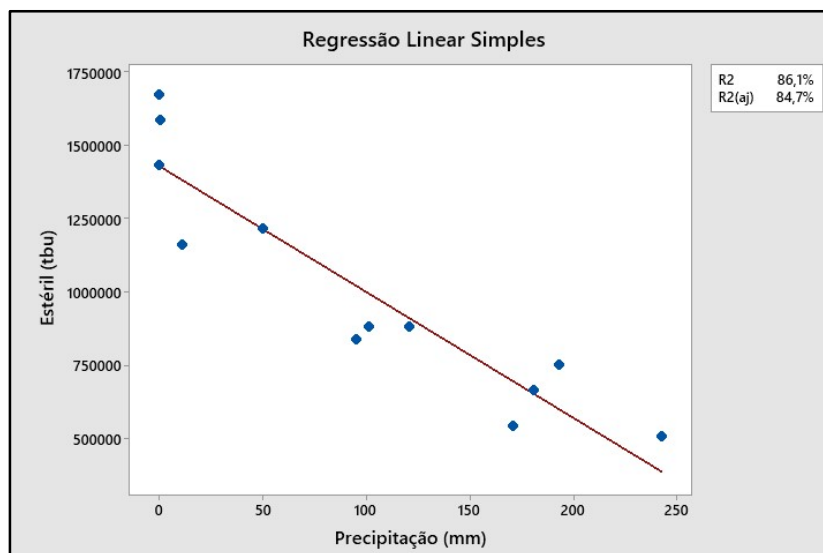


Figura 7: Regressão linear simples entre estéril *versus* precipitação.

Fonte: Autoria própria, 2021.



## CONCLUSÃO

Por meio da análise dos dados observados da média mensal dos cinco anos (2014 a 2018), o presente trabalho aponta que o regime de precipitação interferiu nos volumes mensais de produção de estéril na mina de fosfato, na região de Catalão/GO.

Percebeu-se, também, que na análise dos cinco anos, para a produção de minério existe uma correlação fraca com a precipitação (3,3%). Contudo, para o estéril a correlação é forte (74,6%). Neste caso a chuva possui interferência na produção, afetando significativamente.

No ano de 2019, em fevereiro, verificou-se que a produção de minério teve uma redução de 11,58% em relação à média de produção. Já para o estéril, a redução em relação à média de produção foi de 49,85%.

O efeito da sazonalidade climática, referente aos meses de outubro a abril, ocorre de forma inversa no volume anual de produção mineral, ou seja, meses com excesso de chuva sazonal tendem a se associar com anos de baixa produção, principalmente do estéril.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CURI, A. **Minas a céu aberto**: planejamento de lavra. São Paulo: Oficina de textos, 2014.
2. ALMEIDA, H.A. **Climatologia aplicada a Geografia** [Livro eletrônico]. Campina Grande: EDUEP,2016
3. SOUZA, M.V; AZEVEDO, V.P; ARAÚJO, E.L; Classificação da Precipitação Diária e Impactos Decorrentes dos Desastres Associados às Chuvas na Cidade do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v.5 n°2. p.250-268,2012. Disponível em:  
<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232788#:~:text=Com%20base%20na%20t%C3%A9cnica%20dos,%3A%20P%20%E2%89%A5%2055%2C3>. Acesso em: 23 out. 2020.

4. ASSIS, F.N. de.; ARRUDA, H.V. de.; PEREIRA, A.R. **Aplicações de estatística à climatologia**: teoria e prática. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996. 161p.