



Universidade de Brasília  
Departamento de Estatística

**Modelos mistos aplicados à recomendação de cultivares no contexto da  
ambientômica**

**César Augusto Galvão**

Relatório apresentado para o Departamento de Estatística da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

**Brasília  
2024**

**César Augusto Galvão**

**Modelos mistos aplicados à recomendação de cultivares no contexto da  
ambientômica**

Orientador: Prof. Dr. Leandro T. Correia  
Coorientador(a): Prof(a). Dr. Rafael T. Tassinari

Relatório apresentado para o Departamento de Estatística da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

**Brasília  
2024**

---

# Agradecimentos

---

# Resumo

asdf

Palavras-chave: asdf

# Lista de Tabelas

- 5.1 Dicionário de variáveis do ERBD relacionadas aos ensaios . . . . . 23
- 5.2 Dicionário de variáveis do ERBD das unidades experimentais . . . . . 24
- 5.3 Dicionário de variáveis ambientais . . . . . 25

# Lista de Figuras

# Sumário

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>                               | <b>8</b>  |
| 1.1      | Motivação . . . . .                             | 8         |
| 1.2      | Objetivos . . . . .                             | 9         |
| <b>2</b> | <b>Referencial Teórico</b>                      | <b>10</b> |
| 2.1      | Análise de Agrupamentos . . . . .               | 10        |
| 2.2      | Redução de dimensionalidade . . . . .           | 10        |
| 2.3      | Modelos Lineares . . . . .                      | 12        |
| 2.3.1    | Modelos Lineares Hierárquicos . . . . .         | 13        |
| <b>3</b> | <b>Metodologia</b>                              | <b>16</b> |
| 3.1      | Conjuntos de dados . . . . .                    | 16        |
| 3.2      | Software . . . . .                              | 17        |
| 3.3      | Análise Exploratória . . . . .                  | 17        |
| 3.4      | Análise de Agrupamentos . . . . .               | 18        |
| 3.4.1    | Redução de dimensionalidade . . . . .           | 18        |
| 3.5      | Modelagem . . . . .                             | 18        |
| 3.5.1    | Modelos Mistos . . . . .                        | 18        |
| 3.5.2    | Montagem dos Marcadores Ambientômicos . . . . . | 18        |
| <b>4</b> | <b>Resultados</b>                               | <b>19</b> |
| 4.1      | Análise Exploratória . . . . .                  | 19        |
| 4.2      | Agrupamentos . . . . .                          | 19        |

|   |        |
|---|--------|
| 4.3 Redução de Dimensionalidade . . . . .             | 19     |
| 4.4 Composição dos Marcadores Ambientômicos . . . . . | 19     |
| 4.5 Modelo Misto. . . . .                             | 19     |
| <br>5 Conclusões                                      | <br>20 |
| <br>Referências                                       | <br>21 |



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Motivação

A domesticação de espécies silvestres de plantas para a agricultura é uma prática antiga e passou por diversas revoluções até os dias atuais, em que a genética biométrica e o melhoramento de precisão protagonizam a criação de cultivares e seleção de características de interesse Resende et al. (2023). Além disso, pressões como crescimento populacional (Hickey et al., 2019), redução de recursos naturais disponíveis, aquecimento global e uma variedade de consequências desses fatores (Jorasch, 2019) aumentam a necessidade de se produzir alimentos e outros recursos vegetais de forma incrementalmente eficiente. Uma das soluções para isso é justamente o melhoramento de precisão.

Neste contexto, o desenvolvimento e seleção de cultivares é associado a identificação de grupos ambientais (*Target Population of Environments* ou TPE), permitindo que se aproveite ao máximo a característica de interesse Chenu (2015). De fato, em posse da informação de que o ambiente em que a planta se desenvolve interfere em seu fenótipo (a característica de interesse, que é uma expressão gênica), cabe estudar a interação genótipos  $\times$  ambientes ( $G \times E$ ).

O estudo desse tipo de relação é potencializado com o uso de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas – SIG, como sensoriamento remoto, entre outros Resende et al. (2023). A disponibilização pública de dados coletados via satélite com diversos graus de granularidade permite a inclusão de mais covariáveis ambientais como área cultivada, cobertura vegetal, temperatura, entre outros dados geofísicos<sup>1</sup>.

A proposta de (Resende et al., 2021), que será usada de estudo de caso, é expandir

---

<sup>1</sup>Por exemplo, o serviço Google Earth Engine disponibiliza seu catálogo em <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/>

o uso de TPE para um estudo ômico do ambiente, daí *ambientômica*. Os autores propõem o uso de modelos hierárquicos, e o conceito de ambientipagem, resultante de agrupamentos ambientais, para predição de performance de genótipos não observados. Isto permite, por exemplo, recomendar o melhor genótipo de um determinado cultivar para uma região em que jamais foi cultivado e assim tornar a região produtiva.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é estudar o uso de modelos lineares hierárquicos (ou mistos) para recomendação de genótipos de um determinado cultivar em uma região delimitada e ambientipada, isto é, com dados sobre a maior quantidade de características ambientais possível. Pretende-se revisar metodologicamente o estudo de (Resende et al., 2021), detalhando o processo de modelagem e sua adequação, bem como comparar computacionalmente variações do modelo utilizado.

Os objetivos específicos são:

- Explorar a técnica de modelagem estatística via modelos lineares hierárquicos incluindo efeitos aleatórios;
- Explorar os conceitos necessários para aplicação do modelo ao contexto de melhoramento de plantas e ambientômica;
- Comparar a adequação do modelo original dos autores com um modelo que faça composição de marcadores ambientômicos utilizando técnicas de redução de dimensionalidade.

# Capítulo 2

## Referencial Teórico

### 2.1 Análise de Agrupamentos

### 2.2 Redução de dimensionalidade

De acordo com Morettin e Singer (2022), técnicas de redução de dimensionalidade são utilizadas quando há um grande número de covariáveis e se deseja estudar as unidades observadas com base em sua estrutura de dependência multivariada. Dentre as técnicas disponíveis, foi escolhida a Análise de Componentes Principais (*PCA — Principal Component Analysis*), que busca expressar as covariáveis originais em termos de outras variáveis não correlacionadas e que resumam as informações contidas em um conjunto de variáveis. Em outras palavras, “as  $p$  covariáveis originais  $(X_1, \dots, X_p)$  são transformadas em  $p$  componentes principais não correlacionadas  $(Y_1, \dots, Y_p)$  de modo que  $Y_1$  é aquela que explica a maior parcela da variabilidade total dos dados originais,  $Y_2$  explica a segunda maior parcela e assim por diante” (Artes e Barroso, 2023).

Considerando  $\mathbf{x}$  o vetor de covariáveis originais  $\mathbf{x}^\top = (X_1, \dots, X_p)$  e  $\text{Cov}(x) = \mathbf{\Sigma}$ , as componentes principais são obtidas pela decomposição espectral da matriz de covariâncias:  $\mathbf{\Sigma} = \mathbf{\Gamma}\mathbf{\Lambda}\mathbf{\Gamma}^\top$ . Dessa forma  $\mathbf{\Lambda}$  é uma matriz diagonal dos autovalores e  $\mathbf{\Gamma}$  é uma matriz ortogonal (portanto  $\mathbf{\Gamma}\mathbf{\Gamma}^\top = \mathbf{I}$ ) dos autovetores de  $\mathbf{\Sigma}$ . Obtém-se daí os pares de autovalores e autovetores ortogonais normalizados  $(\lambda_i, \boldsymbol{\alpha}_i)$ ,  $i = 1, \dots, p$ , ordenados de modo que  $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ . Dessa forma, pode-se expressar a  $i$ -ésima componente principal por

$$Y_i = \boldsymbol{\alpha}_i^\top \mathbf{x} = \alpha_{i1}X_1 + \dots + \alpha_{ip}X_p, \quad i = 1, \dots, p. \quad (2.2.0.1)$$

Caso as covariáveis tenham variância ou valores em escalas muito discrepantes, é possível normalizá-las e obter as componentes principais a partir da matriz de correlações  $\rho$  e seus pares de autovalores e autovetores  $(\gamma_i, \epsilon_i)$ . As covariáveis são padronizadas utilizando

$$\mathbf{z} = (\mathbf{V}^{1/2})^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}), \quad (2.2.0.2)$$

em que  $\mathbf{V}^{1/2} = \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_p)$  e  $\boldsymbol{\mu}$  é o vetor de médias. Agora tem-se  $\text{Cov}(\mathbf{z}) = \rho$ , a matriz de correlações para as covariáveis padronizadas. Finalmente, as componentes são dadas por

$$Y_i = \epsilon_i^\top (\mathbf{V}^{1/2})^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}). \quad (2.2.0.3)$$

A obtenção de componentes principais para o sistema garante algumas propriedades interessantes como

$$\sum_{j=1}^p \text{Var}(X_j) = \text{tr}(\boldsymbol{\Sigma}) = \text{tr}(\mathbf{\Gamma} \boldsymbol{\Lambda} \mathbf{\Gamma}^\top) = \text{tr}(\boldsymbol{\Lambda}) = \sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i). \quad (2.2.0.4)$$

Ou seja, a variância total do sistema é mantida após obtenção das componentes principais, o que também vale quando se utiliza a matriz de correlações.

Efetivamente o que será utilizado serão os estimadores amostrais para as componentes principais, para as matrizes de covariância e correlação e seus pares de autovalores e autovetores;  $\hat{Y}_i$ ,  $\mathbf{S}$ ,  $\mathbf{R}$  e  $(\hat{\gamma}_i, \hat{\epsilon}_i)$  respectivamente.

Quando o intuito da obtenção das componentes principais é reduzir a dimensionalidade do sistema e assim manter uma quantidade menor de variáveis que explique uma parcela razoável da variância do sistema, deve-se adotar um critério de determinação do número de componentes principais a serem retidas. Artes e Barroso (2023) apresentam:

- Critério de Kaiser, segundo a qual se mantém as componentes com autovalores superiores a 1 — ou seja, componentes que explicariam mais variância do que uma covariável original individual;

- Reter componentes que acumulem ao menos uma certa percentagem de variância explicada do total;
- Reter componentes que acumulem ao menos uma certa percentagem da variância explicada de cada variável original.

Morettin e Singer (2022) apresentam ainda a seleção baseada no fator de aceleração do teste do cotovelo (utilização do *screepplot*). Considerando  $af(i) = f''(i) = f(i+1) - 2f(i) - f(i-1)$ ,  $i = 1, \dots, p-1$  o fator de aceleração, o número de fatores retidos corresponde à posição anterior em que  $af(i)$  é máximo.

## 2.3 Modelos Lineares

Modelos Lineares apresentam uma relação estocástica entre duas ou mais variáveis. Sua forma simples com efeitos fixos pode ser representada da forma

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.3.0.1)$$

em que  $\mathbf{Y}$  é o vetor da variável resposta,  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de coeficientes associados às covariáveis  $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_p)^\top$  e  $\boldsymbol{\varepsilon} \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{I}\sigma^2)$  é o vetor de erros estocásticos associado às observações. Ao final do processo de modelagem obtém-se um modelo da forma

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}, \quad (2.3.0.2)$$

em que  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  são estimadores obtidos pelo método de mínimos quadrados ordinários ou máxima verossimilhança para  $\boldsymbol{\beta}$  (Kutner et al., 2005).

Este modelo de regressão, que também pode ser chamado de *modelo de efeitos fixos*, exige uma série de suposições a respeito da componente aleatória que são avaliadas na etapa diagnóstica da modelagem como heteroscedasticidade, independência e distribuição Normal. Caso uma ou mais suposições não possam ser verificadas, se observe colinearidade entre as covariáveis do modelo, pontos de alavancagem ruins, ou outros comprometimentos do modelo, recorre-se a transformações, redução de dimensionalidade, entre outros. Essas medidas, assim como variáveis que indiquem grupos aos quais as observações pertencem, dados categóricos, entre outros, comumente aumentam a com-

plexidade da interpretação do modelo e exigem tratamentos inferenciais diferentes (Hox et al., 2017).

### 2.3.1 Modelos Lineares Hierárquicos

Frequentemente pesquisas em domínios variados do conhecimento estudam fenômenos em que as unidades de análise são agregadas em categorias (Adewale et al., 2007; McMahon e Diez, 2007). Esses diferentes níveis de análise, indivíduos ou grupos, e suas características requerem diferentes formas de representação e técnicas de inferência que comportem adequadamente as estruturas de covariância envolvidas.

Modelos hierarquizados, ou mistos, substituem duas práticas comuns na utilização de regressões lineares: transformação de variáveis categóricas em variáveis binárias (*dummy*) e planificação do nível de análise, ou seja, utilização de medidas de grupos e indivíduos como descritores diretos da unidade de análise. A utilização de um modelo misto permite a construção de estimadores que contornam essas estratégias e representam melhor indivíduos em seus agrupamentos no contexto de suas características (Hox et al., 2017; Gelman e Hill, 2006). Esse tipo de modelo linear pode ser representado da forma

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2.3.1.1)$$

em que  $\mathbf{y}$  é o vetor de observações,  $\mathbf{X}$  é a matriz de incidência de efeitos fixos conhecida,  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de efeitos fixos,  $\mathbf{Z}$  é a matriz de incidência de efeitos aleatórios conhecida,  $\mathbf{u}$  é o vetor de efeitos aleatórios e  $\boldsymbol{\varepsilon}$  é o vetor de efeitos aleatórios (Martins et al., 1993b).

Pressupõe-se as seguintes distribuições para  $\mathbf{y}$ ,  $\mathbf{u}$  e  $\boldsymbol{\varepsilon}$ :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{u} \\ \boldsymbol{\varepsilon} \end{bmatrix} \sim \mathcal{N} \left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{Z}\mathbf{U}\mathbf{Z}^\top + \mathbf{R} & \mathbf{Z}\mathbf{U} & \mathbf{R} \\ \mathbf{U}\mathbf{Z}^\top & \mathbf{U} & \mathbf{0} \\ \mathbf{R} & \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right\}, \quad (2.3.1.2)$$

em que  $\mathbf{0}$  são matrizes nulas,  $\mathbf{U}$  é a matriz de covariâncias dos efeitos aleatórios  $\mathbf{u}$  e  $\mathbf{R}$  é a matriz de covariâncias residual.

A matriz  $\mathbf{U}$  pode ser ainda decomposta em termos da matriz de correlação  $n \times n$

entre os efeitos aleatórios  $\mathbf{A}$  e a matriz  $\mathbf{U}_0$ , a matriz de covariância  $q \times q$  entre os efeitos aleatórios das  $q$  covariáveis de efeito aleatório (Martins et al., 1993a). A matriz portanto pode ser expressa como  $\mathbf{U} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{U}_0$ . Da mesma forma, a matriz de  $\mathbf{R}$  é decomposta em  $\mathbf{R} = \mathbf{I}_n \otimes \mathbf{R}_0$ .

Soluções de estimação para o modelo 2.3.1.2 podem ser obtidas a partir da função densidade de probabilidade conjunta

$$f(\mathbf{y}, \mathbf{u}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\mathbf{R}|^{1/2}} \exp \{ (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{Z}\mathbf{u})^\top \mathbf{R}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \mathbf{Z}\mathbf{u}) \} \quad (2.3.1.3)$$

e tomando as soluções homogêneas para as derivadas  $\frac{\partial \ell}{\partial \boldsymbol{\beta}}$  e  $\frac{\partial \ell}{\partial \mathbf{u}}$  da log-verossimilhança  $\ell$ . Obtém-se assim o sistema de Equações de Modelos Mistos, dadas por

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{X} & \mathbf{X}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{X} & \mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{Z} + \mathbf{U}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\boldsymbol{\beta}} \\ \hat{\mathbf{u}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{y} \\ \mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{y} \end{bmatrix}. \quad (2.3.1.4)$$

A solução para  $\boldsymbol{\beta}$  é obtida via Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) ignorando  $\mathbf{u}$ , obtendo-se

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-} \mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{y} \quad (2.3.1.5)$$

sendo  $\mathbf{X}^{-}$  a inversa generalizada de  $\mathbf{X}$ . A variância dos estimadores de efeitos fixos é dada por

$$\text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = (\mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-} \mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X} (\mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-}, \quad (2.3.1.6)$$

que depende de  $\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{U}\mathbf{Z}^\top + \mathbf{R}$ , que é uma matriz particionada, de modo que sua inversa é dada por

$$\mathbf{V}^{-1} = \mathbf{R}^{-1} - \mathbf{R}^{-1} \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{Z} + \mathbf{U}^{-1})^{-1} \mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1}. \quad (2.3.1.7)$$

Como consequência de 2.3.1.5,

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{u}} &= (\mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} \mathbf{Z} + \mathbf{U}^{-1})^{-1} \mathbf{Z}^\top \mathbf{R}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \\ &= \mathbf{U} \mathbf{Z}^\top \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}),\end{aligned}\tag{2.3.1.8}$$

que é o melhor preditor linear linear não-viesado (BLUP) para os efeitos aleatórios. A variância desse preditor é dada por

$$\begin{aligned}\text{Var}(\hat{\mathbf{u}}) &= \text{Var} \left[ \mathbf{U} \mathbf{Z}^\top \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \right] \\ &= \mathbf{U} \mathbf{Z}^\top \mathbf{V}^{-1} \left[ \text{Var}(\mathbf{y}) - 2\text{Cov}(\mathbf{y}, \hat{\boldsymbol{\beta}}^\top \mathbf{X}^\top) + \text{Var}(\mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}) \right] \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Z} \mathbf{U}^\top \\ &= \mathbf{U} \mathbf{Z}^\top \left[ \mathbf{V}^{-1} - \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X} (\mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^\top \mathbf{V}^{-1} \right] \mathbf{Z} \mathbf{U}^\top.\end{aligned}\tag{2.3.1.9}$$

Dessa forma temos quase todos as componentes do modelo definidas, exceto  $\mathbf{U}_0$  e  $\mathbf{R}_0$ .

Restricted Maximum Likelihood? Qual algoritmo o pacote usa? Qual pacote?



# Capítulo 3

## Metodologia

COLOCAR CLUSTER REGIONAL NO MODELO HIERARQUICO

INCLUIR AQUI QUE ui é o critério de seleção + referência

### 3.1 Conjuntos de dados

O conjunto de dados experimentais utilizado foi o *Embrapa Rice Breeding Dataset* (ERBD), desenvolvido e cedido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para pesquisas com cultivares de arroz (*Oryza sativa L.*). A base de dados cedida compreende coleta de dados desde 1982, mas os dados utilizados neste trabalho compreendem apenas os anos de 1995 a 2021 por recomendação dos pesquisadores da Empresa. A base é extensamente documentada em Breseghello et al. (2011) e Breseghello et al. (2021) e os dicionários desses dados estão disponíveis no Apêndice, tabelas 5.1 e 5.2.

Para o conjunto de dados ambientais foram coletados dados de 393 covariáveis, das quais 19 são oriundas do repositório WorldClim, 130 do NasaPower e 244 do SoilGrids. Todos os dados ambientais advêm de medições via satélite e foram obtidos mediante consulta às API (*Application Programming Interface*) disponibilizadas pelas organizações. O dicionário de dados contendo a fonte e definição de todas as 393 covariáveis está disponível no Apêndice, tabela 5.3. As três fontes são descritas a seguir:

A *SoilGrids*<sup>1</sup> é um projeto da *International Soil Reference and Information Centre* é um sistema para mapeamento digital do solo e faz previsões para as suas distribuições de forma global. Suas variáveis são dadas em termos de distribuições para seis horizontes de profundidade no solo e alguns de seus quantis.

---

<sup>1</sup><https://www.isric.org/explore/soilgrids>

*NASAPOWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources)*<sup>2</sup> é um projeto que foi desenvolvido para melhorar ou criar dados de sistemas de satélites e tem três comunidades-alvo: energia renovável, construções sustentáveis e agroclimatologia. Os dados utilizados são aqueles destinados ao último público.

Finalmente, *WorldClim*<sup>3</sup> é uma base de dados com dados de tempo e clima de alta resolução. As variáveis são derivadas de valores mensais de precipitação e temperatura, seja uma tendência anual ou de fatores ambientais limitantes ou extremos (em termos de temperatura, por exemplo).

Os dados de satélite dessas três fontes foram coletados em 87.155 pontos em todo o país, mas não correspondem exatamente aos 149 pontos de experimento. Embora existam métodos apropriados para estimar toda a superfície do país e, em seguida, utilizar a estimativa para os pontos de experimento (Journel e Journel, 1989), este não é o foco do estudo, nem se pretende seguir essa metodologia específica. Consequentemente, o erro de estimativa das covariáveis para os pontos de experimento será ignorado. Para a interpolação das covariáveis para os pontos de experimento, optou-se por calcular a média das covariáveis dos três pontos mais próximos.

## 3.2 Software

Para todas as análises e construção de gráficos foi utilizada a linguagem R VERSAO no ambiente de desenvolvimento RStudio VERSAO e os seguintes pacotes:

- pacote1 versao
- pacote2 versao

## 3.3 Análise Exploratória

Não há dados de parentalidade, então não conseguimos usar dados de pedigree. a variável de agrupamento utilizada será o próprio genótipo

Podemos analisar:

Ambiente Genótipos Marcadores ambientômicos

---

<sup>2</sup><https://power.larc.nasa.gov/>

<sup>3</sup><https://www.worldclim.org/data/index.html>

## 3.4 Análise de Agrupamentos

MONTAR CLUSTERS DE REGIÕES DO BRASIL DE ACORDO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

### 3.4.1 Redução de dimensionalidade

Descrição da redução de dimensionalidade

## 3.5 Modelagem

### 3.5.1 Modelos Mistos

Motivo do uso de modelos mistos Descrição do que é o modelo linear misto, suas características, método de estimação, forma de aproximação numérica no R,

### 3.5.2 Montagem dos Marcadores Ambientômicos

MONTAR OS INDICADORES AMBIENTOMICOS, MAS INCLUINDO TAMBÉMA CLUSTERIZAÇÃO DAS REGIÕES DO BRASIL DE ACORDO COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

falar das simulacoes

O modelo do Tassinari e a probabilidade de selecionar cada uma das covariáveis para o modelo.

# Capítulo 4

## Resultados

análise exploratória, ambiente, genótipos, marcadores ambientômicos, modelo e desempenho

### 4.1 Análise Exploratória

### 4.2 Agrupamentos

### 4.3 Redução de Dimensionalidade

### 4.4 Composição dos Marcadores Ambientômicos

### 4.5 Modelo Misto

## Capítulo 5

## Conclusões

# Referências Bibliográficas

- Adewale, A. J., Hayduk, L., Estabrooks, C. A., Cummings, G. G., Midodzi, W. K., & Derksen, L. (2007). Understanding hierarchical linear models: applications in nursing research. *Nursing Research*, 56(4):S40–S46.
- Artes, R. & Barroso, L. P. (2023). *Métodos Multivariados de Análise Estatística*. Blucher.
- Breseghello, F., de Mello, R. N., Pinheiro, P., Soares, D., Lopes Júnior, S., Nakano Rangel, P. H., Guimarães, E., de Castro, A. P., Colombari Filho, J., de Magalhães Júnior, A. M., Fagundes, P. R. R., de Carvalho Ferreira Neves, P., Furtini, I. V., Utumi, M. M., Pereira, J., Cordeiro, A., Filho, A. S., Abreu, G. B., de Moura Neto, F. P., Pietragalla, J., Hernández, M. V., & Crossa, J. (2021). Building the embrapa rice breeding dataset for efficient data reuse. *Crop Science*, 61(5):3445–3457.
- Breseghello, F., de Moraes, O. P., Pinheiro, P. V., Silva, A. C. S., da Maia de Castro, E., Guimarães, É. P., de Castro, A. P., Pereira, J. A., de Matos Lopes, A., Utumi, M. M., et al. (2011). Results of 25 years of upland rice breeding in brazil. *Crop Science*, 51(3):914–923.
- Chenu, K. (2015). Characterizing the crop environment – nature, significance and applications. *Crop physiology*, pages 321–348.
- Gelman, A. & Hill, J. (2006). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Analytical Methods for Social Research. Cambridge University Press.
- Hickey, L. T., N. Hafeez, A., Robinson, H., Jackson, S. A., Leal-Bertioli, S. C., Tester, M., Gao, C., Godwin, I. D., Hayes, B. J., & Wulff, B. B. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. *Nature biotechnology*, 37(7):744–754.
- Hox, J., Moerbeek, M., & Van de Schoot, R. (2017). *Multilevel analysis: Techniques and applications*. Routledge.
- Jorasch, P. (2019). The global need for plant breeding innovation. *Transgenic Research*, 28(Suppl 2):81–86.

- Journel, A. G. & Journel, A. G. (1989). *Fundamentals of geostatistics in five lessons*, volume 8. American Geophysical Union Washington, DC.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models*. McGraw-hill.
- Martins, E. N., Lopes, P. S., Almeida e Silva, M., & Regazzi, A. J. (1993a). *Estimação de Componentes de Variância*, volume 39 of *Cadernos Didáticos*. Editora UFV.
- Martins, E. N., Lopes, P. S., Almeida e Silva, M., & Regazzi, A. J. (1993b). *Modelo Linear Misto*, volume 38 of *Cadernos Didáticos*. Editora UFV.
- McMahon, S. M. & Diez, J. M. (2007). Scales of association: hierarchical linear models and the measurement of ecological systems. *Ecology letters*, 10(6):437–452.
- Morettin, P. A. & Singer, J. d. M. (2022). *Estatística e Ciência de Dados*. LTC.
- Resende, R. T., Brondani, C., & Chaves, L. J. (2023). O melhoramento na era de agricultura de precisão. In: *Melhoramento de Precisão*, R. T. Resende & C. Brondani, ed., chapter 1, pages 13–40. Embrapa Arroz e Feijão.
- Resende, R. T., Piepho, H.-P., Rosa, G. J., Silva-Junior, O. B., e Silva, F. F., de Resende, M. D. V., & Grattapaglia, D. (2021). Enviromics in breeding: applications and perspectives on envirotypic-assisted selection. *Theoretical and Applied Genetics*, 134:95–112.

# Apêndice

Tabela 5.1: Dicionário de variáveis do ERBD relacionadas aos ensaios

| Variável | Nome                         | Detalhes   |
|----------|------------------------------|--|
| TRIAL    | Código do ensaio             | String único que identifica o ensaio   |
| SYST     | Sistema de cultivo           | Indica tanto o subprograma de melhoramento quanto o ambiente do ensaio. Níveis: Irrigado ou de Sequeiro            |
| YEAR     | Ano do ensaio                | Ano de preparação do ensaio. Ex: 2005: temporada 2005/2006   |
| DATE     | Data de plantio              | Dia de plantio de sementes secas. Formato DD/MM/AAAA   |
| ST       | Estado do Brasil             | Estado do Brasil onde o ensaio foi conduzido   |
| LOCATION | Local de plantio             | Nome do município onde o ensaio foi conduzido  |
| LOC      | Local de plantio             | Termo abreviado que indica o município   |
| TYPE     | Tipo de ensaio               | Tipo de ensaio. ER: Ensaios Regionais de Rendimento; VCU: Valor de Cultivo e Uso (Ensaios Avançados de Rendimento) |
| DESIGN   | Desenho Experimental         | O desenho estatístico do ensaio. RCB: delineamento de blocos completos ao acaso; LAT: delineamento em látice       |
| MEAN     | Média de rendimento de grãos | Média geral do ensaio do rendimento de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )   |



|                |                         |   |
|----------------|-------------------------|---|
| H <sup>2</sup> | Hereditariedade         | Hereditariedade de sentido amplo do rendimento de grãos           |
| CV             | Coeficiente de Variação | Coeficiente de variação experimental para rendimento de grãos (%) |

Fonte: Breseghello et al. (2021)

Tabela 5.2: Dicionário de variáveis do ERBD das unidades experimentais

| Nome na base | Nome da variável    | Tipo                         | Detalhes  |
|--------------|---------------------|------------------------------|---|
| TRIAL        | Código do ensaio    | Link para Metadados          | String único que identifica o ensaio  |
| REP          | Número da Repetição | Fator de Design              | Inteiro que indica a repetição dentro do ensaio   |
| BLO          | Número do Bloco     | Fator de Design              | Inteiro que indica o bloco dentro da repetição (apenas em delineamento em látice)         |
| GEN          | Nome do Genótipo    | Fator Experimental           | Identificação do germoplasma (linhagem pura, variedade local ou cultivar)                 |
| GY           | Rendimento de grãos | Numérico                     | Peso do arroz em casca com 13% de umidade, em kg ha <sup>-1</sup>                         |
| PHT          | Altura da Planta    | Numérico                     | Altura da planta do solo até a ponta da panícula primária, no estágio pré-colheita, em cm |
| DTF          | Dias até a Floração | Numérico                     | Número de dias desde o plantio de sementes secas até 50% das plantas estarem floridas     |
| LOD          | Tombamento          | Escore de 1 a 9 <sup>1</sup> | Nível de tombamento da copa da parcela, avaliado no estágio pré-colheita                  |
| LBL          | Blast na Folha      | Escore de 1 a 9              | Severidade da doença de brusone do arroz, avaliada em folhas no estágio vegetativo        |

<sup>1</sup>Escore mais altos indicam níveis crescentes de tombamento ou doença.

|     |                      |                  |  |
|-----|----------------------|------------------|--|
| PBL | Blast na Panícula    | Escores de 1 a 9 | Severidade da doença de brusone do arroz, avaliada em panículas no estágio pré-colheita                                  |
| BSP | Mancha Parda         | Escores de 1 a 9 | Severidade da doença causada por <i>Bipolaris oryzae</i> , avaliada em folhas no estágio pré-colheita                    |
| LSC | Escaldadura da Folha | Escores de 1 a 9 | Severidade da doença causada por <i>Monographella albescens</i> , avaliada em folhas no estágio pré-colheita             |
| GDS | Descoloração do Grão | Escores de 1 a 9 | Severidade do escurecimento ou manchas nos grãos, causada por vários fungos, avaliada nas glumas no estágio pré-colheita |

Fonte: Breseghello et al. (2021)

Tabela 5.3: Dicionário de variáveis ambientais

| Nome na base | Nome da variável | Descrição   |
|--------------|------------------|---|
| WorldClim    | bio_1            | Temperatura Média Anual   |
| WorldClim    | bio_2            | Amplitude Diurna Média (Média das diferenças mensais (temp máx - temp mín)) |
| WorldClim    | bio_3            | Isotermia (BIO2/BIO7) (CE100)   |
| WorldClim    | bio_4            | Sazonalidade da Temperatura (desvio padrão CE100)                           |
| WorldClim    | bio_5            | Temperatura Máxima do Mês Mais Quente                                       |
| WorldClim    | bio_6            | Temperatura Mínima do Mês Mais Frio   |
| WorldClim    | bio_7            | Amplitude Térmica Anual (BIO5-BIO6)   |
| WorldClim    | bio_8            | Temperatura Média do Trimestre Mais Chuvoso                                 |
| WorldClim    | bio_9            | Temperatura Média do Trimestre Mais Seco                                    |

---

|           |                   |  |
|-----------|-------------------|--|
| WorldClim | bio_10            | Temperatura Média do Trimestre Mais Quente   |
| WorldClim | bio_11            | Temperatura Média do Trimestre Mais Frio   |
| WorldClim | bio_12            | Precipitação Anual   |
| WorldClim | bio_13            | Precipitação do Mês Mais Chuvoso   |
| WorldClim | bio_14            | Precipitação do Mês Mais Seco  |
| WorldClim | bio_15            | Sazonalidade da Precipitação (Coeficiente de Variação)   |
| WorldClim | bio_16            | Precipitação do Trimestre Mais Chuvoso   |
| WorldClim | bio_17            | Precipitação do Trimestre Mais Seco  |
| WorldClim | bio_18            | Precipitação do Trimestre Mais Quente  |
| WorldClim | bio_19            | Precipitação do Trimestre Mais Frio  |
| SoilGrids | bdod_0-5cm_mean   | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície média                       |
| SoilGrids | bdod_0-5cm_Q0p05  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | bdod_0-5cm_Q0p5   | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | bdod_0-5cm_Q0p95  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | bdod_5-15cm_mean  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície média                      |
| SoilGrids | bdod_5-15cm_Q0p05 | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05 |

---

---

|           |                    |  |
|-----------|--------------------|--|
| SoilGrids | bdod_5-15cm_Q0p5   | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície<br>predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | bdod_5-15cm_Q0p95  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície<br>predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | bdod_15-30cm_mean  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície<br>média                      |
| SoilGrids | bdod_15-30cm_Q0p05 | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | bdod_15-30cm_Q0p5  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | bdod_15-30cm_Q0p95 | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | bdod_30-60cm_mean  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície<br>média                      |
| SoilGrids | bdod_30-60cm_Q0p05 | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície<br>predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | bdod_30-60cm_Q0p5  | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície<br>predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | bdod_30-60cm_Q0p95 | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície<br>predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | bdod_60-100cm_mean | Densidade aparente da fração fina do solo em cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 60 a 100 da superfície<br>média                     |

---

---

|           |                          |   |
|-----------|--------------------------|---|
| SoilGrids | bdod_60-<br>100cm_Q0p05  | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 60 a 100 da super-<br>fície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | bdod_60-<br>100cm_Q0p5   | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 60 a 100 da super-<br>fície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | bdod_60-<br>100cm_Q0p95  | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 60 a 100 da super-<br>fície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | bdod_100-<br>200cm_mean  | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 100 a 200 da super-<br>fície média                      |
| SoilGrids | bdod_100-<br>200cm_Q0p05 | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 100 a 200 da super-<br>fície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | bdod_100-<br>200cm_Q0p5  | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 100 a 200 da super-<br>fície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | bdod_100-<br>200cm_Q0p95 | Densidade aparente da fração fina do solo em<br>cg/cm <sup>3</sup> para centímetros 100 a 200 da super-<br>fície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | cec_0-5cm_mean           | Capacidade de Troca de Cátions do solo em<br>mmol(c)/kg para centímetros 0 a 5 da super-<br>fície média                                     |
| SoilGrids | cec_0-5cm_Q0p05          | Capacidade de Troca de Cátions do solo em<br>mmol(c)/kg para centímetros 0 a 5 da super-<br>fície predição para quantil 0,05                |
| SoilGrids | cec_0-5cm_Q0p5           | Capacidade de Troca de Cátions do solo em<br>mmol(c)/kg para centímetros 0 a 5 da super-<br>fície predição para quantil 0,5                 |
| SoilGrids | cec_0-5cm_Q0p95          | Capacidade de Troca de Cátions do solo em<br>mmol(c)/kg para centímetros 0 a 5 da super-<br>fície predição para quantil 0,95                |

---

---

|           |                   |  |
|-----------|-------------------|--|
| SoilGrids | cec_5-15cm_mean   | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média                       |
| SoilGrids | cec_5-15cm_Q0p05  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | cec_5-15cm_Q0p5   | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | cec_5-15cm_Q0p95  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | cec_15-30cm_mean  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | cec_15-30cm_Q0p05 | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | cec_15-30cm_Q0p5  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | cec_15-30cm_Q0p95 | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | cec_30-60cm_mean  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 30 a 60 da superfície média                      |
| SoilGrids | cec_30-60cm_Q0p05 | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | cec_30-60cm_Q0p5  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5  |

---

---

|           |                     |  |
|-----------|---------------------|--|
| SoilGrids | cec_30-60cm_Q0p95   | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95                     |
| SoilGrids | cec_60-100cm_mean   | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média   |
| SoilGrids | cec_60-100cm_Q0p05  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05                    |
| SoilGrids | cec_60-100cm_Q0p5   | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5                     |
| SoilGrids | cec_60-100cm_Q0p95  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95                    |
| SoilGrids | cec_100-200cm_mean  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média  |
| SoilGrids | cec_100-200cm_Q0p05 | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05                   |
| SoilGrids | cec_100-200cm_Q0p5  | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5                    |
| SoilGrids | cec_100-200cm_Q0p95 | Capacidade de Troca de Cátions do solo em mmol(c)/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95                   |
| SoilGrids | cfvo_0-5cm_mean     | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 0 a 5 da superfície - média |

---

---

|           |                    |   |
|-----------|--------------------|---|
| SoilGrids | cfvo_0-5cm_Q0p05   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05   |
| SoilGrids | cfvo_0-5cm_Q0p5    | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5    |
| SoilGrids | cfvo_0-5cm_Q0p95   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | cfvo_5-15cm_mean   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 5 a 15 da superfície média                       |
| SoilGrids | cfvo_5-15cm_Q0p05  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | cfvo_5-15cm_Q0p5   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | cfvo_5-15cm_Q0p95  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | cfvo_15-30cm_mean  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | cfvo_15-30cm_Q0p05 | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05 |

---



---

|           |                     |  |
|-----------|---------------------|--|
| SoilGrids | cfvo_15-30cm_Q0p5   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | cfvo_15-30cm_Q0p95  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | cfvo_30-60cm_mean   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | cfvo_30-60cm_Q0p05  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | cfvo_30-60cm_Q0p5   | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | cfvo_30-60cm_Q0p95  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | cfvo_60-100cm_mean  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | cfvo_60-100cm_Q0p05 | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | cfvo_60-100cm_Q0p5  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5  |

---

---

|           |                      |   |
|-----------|----------------------|---|
| SoilGrids | cfvo_60-100cm_Q0p95  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | cfvo_100-200cm_mean  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 100 a 200 da superfície média                      |
| SoilGrids | cfvo_100-200cm_Q0p05 | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | cfvo_100-200cm_Q0p5  | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | cfvo_100-200cm_Q0p95 | Fração volumétrica de fragmentos grosseiros (>2 mm) em cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol) para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | clay_0-5cm_mean      | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície - média   |
| SoilGrids | clay_0-5cm_Q0p05     | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05                      |
| SoilGrids | clay_0-5cm_Q0p5      | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5                       |
| SoilGrids | clay_0-5cm_Q0p95     | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95                      |

---

---

|           |                    |  |
|-----------|--------------------|--|
| SoilGrids | clay_5-15cm_mean   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média                       |
| SoilGrids | clay_5-15cm_Q0p05  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | clay_5-15cm_Q0p5   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | clay_5-15cm_Q0p95  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | clay_15-30cm_mean  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | clay_15-30cm_Q0p05 | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | clay_15-30cm_Q0p5  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | clay_15-30cm_Q0p95 | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | clay_30-60cm_mean  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |

---

---

|           |                      |  |
|-----------|----------------------|--|
| SoilGrids | clay_30-60cm_Q0p05   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05   |
| SoilGrids | clay_30-60cm_Q0p5    | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5    |
| SoilGrids | clay_30-60cm_Q0p95   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | clay_60-100cm_mean   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média                       |
| SoilGrids | clay_60-100cm_Q0p05  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | clay_60-100cm_Q0p5   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | clay_60-100cm_Q0p95  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | clay_100-200cm_mean  | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média                      |
| SoilGrids | clay_100-200cm_Q0p05 | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05 |

---

---

|           |                            |  |
|-----------|----------------------------|--|
| SoilGrids | clay_100-<br>200cm_Q0p5    | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | clay_100-<br>200cm_Q0p95   | Proporção de partículas de argila (<0,002 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | nitrogen_0-<br>5cm_mean    | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície - média  |
| SoilGrids | nitrogen_0-<br>5cm_Q0p05   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05   |
| SoilGrids | nitrogen_0-<br>5cm_Q0p5    | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | nitrogen_0-<br>5cm_Q0p95   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | nitrogen_5-<br>15cm_mean   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média   |
| SoilGrids | nitrogen_5-<br>15cm_Q0p05  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | nitrogen_5-<br>15cm_Q0p5   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | nitrogen_5-<br>15cm_Q0p95  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | nitrogen_15-<br>30cm_mean  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média  |
| SoilGrids | nitrogen_15-<br>30cm_Q0p05 | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05   |

---

---

|           |                         |   |
|-----------|-------------------------|---|
| SoilGrids | nitrogen_15-30cm_Q0p5   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | nitrogen_15-30cm_Q0p95  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | nitrogen_30-60cm_mean   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | nitrogen_30-60cm_Q0p05  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | nitrogen_30-60cm_Q0p5   | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | nitrogen_30-60cm_Q0p95  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | nitrogen_60-100cm_mean  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | nitrogen_60-100cm_Q0p05 | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | nitrogen_60-100cm_Q0p5  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | nitrogen_60-100cm_Q0p95 | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | nitrogen_100-200cm_mean | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média                     |

---

---

|           |                          |   |
|-----------|--------------------------|---|
| SoilGrids | nitrogen_100-200cm_Q0p05 | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05                      |
| SoilGrids | nitrogen_100-200cm_Q0p5  | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5                       |
| SoilGrids | nitrogen_100-200cm_Q0p95 | Nitrogênio Total (N) cg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95                      |
| SoilGrids | ocd_0-5cm_mean           | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície - média                     |
| SoilGrids | ocd_0-5cm_Q0p05          | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | ocd_0-5cm_Q0p5           | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | ocd_0-5cm_Q0p95          | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | ocd_5-15cm_mean          | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície média                      |
| SoilGrids | ocd_5-15cm_Q0p05         | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | ocd_5-15cm_Q0p5          | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | ocd_5-15cm_Q0p95         | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95 |

---

---

|           |                    |   |
|-----------|--------------------|---|
| SoilGrids | ocd_15-30cm_mean   | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | ocd_15-30cm_Q0p05  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | ocd_15-30cm_Q0p5   | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | ocd_15-30cm_Q0p95  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | ocd_30-60cm_mean   | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície média                       |
| SoilGrids | ocd_30-60cm_Q0p05  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | ocd_30-60cm_Q0p5   | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | ocd_30-60cm_Q0p95  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | ocd_60-100cm_mean  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | ocd_60-100cm_Q0p05 | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | ocd_60-100cm_Q0p5  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5  |

---



---

|           |                         |   |
|-----------|-------------------------|---|
| SoilGrids | ocd_60-<br>100cm_Q0p95  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 60 a 100 da superfície<br>predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | ocd_100-<br>200cm_mean  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 100 a 200 da superfície média                         |
| SoilGrids | ocd_100-<br>200cm_Q0p05 | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 100 a 200 da superfície<br>predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | ocd_100-<br>200cm_Q0p5  | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 100 a 200 da superfície<br>predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | ocd_100-<br>200cm_Q0p95 | Densidade de carbono orgânico em hg/m <sup>2</sup> para centímetros 100 a 200 da superfície<br>predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | ocs_0-30cm_mean         | Estoques de carbono orgânico em t/ha para centímetros 0 a 30 da superfície - média  |
| SoilGrids | ocs_0-30cm_Q0p05        | Estoques de carbono orgânico em t/ha para centímetros 0 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,05                  |
| SoilGrids | ocs_0-30cm_Q0p5         | Estoques de carbono orgânico em t/ha para centímetros 0 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,5                   |
| SoilGrids | ocs_0-30cm_Q0p95        | Estoques de carbono orgânico em t/ha para centímetros 0 a 30 da superfície<br>predição para quantil 0,95                  |
| SoilGrids | phh2o_0-5cm_mean        | pH do solo em pHx10 para centímetros 0 a 5 da superfície - média  |
| SoilGrids | phh2o_0-5cm_Q0p05       | pH do solo em pHx10 para centímetros 0 a 5 da superfície<br>predição para quantil 0,05                                    |
| SoilGrids | phh2o_0-5cm_Q0p5        | pH do solo em pHx10 para centímetros 0 a 5 da superfície<br>predição para quantil 0,5                                     |

---

---

|           |                      |  |
|-----------|----------------------|--|
| SoilGrids | phh2o_0-5cm_Q0p95    | pH do solo em pHx10 para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95    |
| SoilGrids | phh2o_5-15cm_mean    | pH do solo em pHx10 para centímetros 5 a 15 da superfície média                        |
| SoilGrids | phh2o_5-15cm_Q0p05   | pH do solo em pHx10 para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05   |
| SoilGrids | phh2o_5-15cm_Q0p5    | pH do solo em pHx10 para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5    |
| SoilGrids | phh2o_5-15cm_Q0p95   | pH do solo em pHx10 para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | phh2o_15-30cm_mean   | pH do solo em pHx10 para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | phh2o_15-30cm_Q0p05  | pH do solo em pHx10 para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | phh2o_15-30cm_Q0p5   | pH do solo em pHx10 para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | phh2o_15-30cm_Q0p95  | pH do solo em pHx10 para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | phh2o_30-60cm_mean   | pH do solo em pHx10 para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | phh2o_30-60cm_Q0p05  | pH do solo em pHx10 para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | phh2o_30-60cm_Q0p5   | pH do solo em pHx10 para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | phh2o_30-60cm_Q0p95  | pH do solo em pHx10 para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | phh2o_60-100cm_mean  | pH do solo em pHx10 para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | phh2o_60-100cm_Q0p05 | pH do solo em pHx10 para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |

---

---

|           |                       |  |
|-----------|-----------------------|--|
| SoilGrids | phh2o_60-100cm_Q0p5   | pH do solo em pHx10 para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | phh2o_60-100cm_Q0p95  | pH do solo em pHx10 para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | phh2o_100-200cm_mean  | pH do solo em pHx10 para centímetros 100 a 200 da superfície média   |
| SoilGrids | phh2o_100-200cm_Q0p05 | pH do solo em pHx10 para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | phh2o_100-200cm_Q0p5  | pH do solo em pHx10 para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | phh2o_100-200cm_Q0p95 | pH do solo em pHx10 para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | sand_0-5cm_mean       | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície - média                     |
| SoilGrids | sand_0-5cm_Q0p05      | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | sand_0-5cm_Q0p5       | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | sand_0-5cm_Q0p95      | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | sand_5-15cm_mean      | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média                      |
| SoilGrids | sand_5-15cm_Q0p05     | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05 |

---

---

|           |                    |   |
|-----------|--------------------|---|
| SoilGrids | sand_5-15cm_Q0p5   | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | sand_5-15cm_Q0p95  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | sand_15-30cm_mean  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | sand_15-30cm_Q0p05 | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | sand_15-30cm_Q0p5  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | sand_15-30cm_Q0p95 | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | sand_30-60cm_mean  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | sand_30-60cm_Q0p05 | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | sand_30-60cm_Q0p5  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5  |

---

---

|           |                          |   |
|-----------|--------------------------|---|
| SoilGrids | sand_30-<br>60cm_Q0p95   | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | sand_60-<br>100cm_mean   | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média                       |
| SoilGrids | sand_60-<br>100cm_Q0p05  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | sand_60-<br>100cm_Q0p5   | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | sand_60-<br>100cm_Q0p95  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | sand_100-<br>200cm_mean  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média                      |
| SoilGrids | sand_100-<br>200cm_Q0p05 | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | sand_100-<br>200cm_Q0p5  | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | sand_100-<br>200cm_Q0p95 | Proportion of sand particles (>0.05 mm) in the fine earth fraction g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95 |

---

---

|           |                   |   |
|-----------|-------------------|---|
| SoilGrids | silt_0-5cm_mean   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície - média                     |
| SoilGrids | silt_0-5cm_Q0p05  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | silt_0-5cm_Q0p5   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | silt_0-5cm_Q0p95  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | silt_5-15cm_mean  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média                      |
| SoilGrids | silt_5-15cm_Q0p05 | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | silt_5-15cm_Q0p5  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | silt_5-15cm_Q0p95 | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | silt_15-30cm_mean | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                     |

---

---

|           |                     |   |
|-----------|---------------------|---|
| SoilGrids | silt_15-30cm_Q0p05  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | silt_15-30cm_Q0p5   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | silt_15-30cm_Q0p95  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | silt_30-60cm_mean   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | silt_30-60cm_Q0p05  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | silt_30-60cm_Q0p5   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | silt_30-60cm_Q0p95  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | silt_60-100cm_mean  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | silt_60-100cm_Q0p05 | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |

---

---

|           |                      |  |
|-----------|----------------------|--|
| SoilGrids | silt_60-100cm_Q0p5   | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | silt_60-100cm_Q0p95  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | silt_100-200cm_mean  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média                      |
| SoilGrids | silt_100-200cm_Q0p05 | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | silt_100-200cm_Q0p5  | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | silt_100-200cm_Q0p95 | Proporção de partículas de areia (>0,05 mm) na fração fina do solo em g/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | soc_0-5cm_mean       | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície - média                              |
| SoilGrids | soc_0-5cm_Q0p05      | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,05           |
| SoilGrids | soc_0-5cm_Q0p5       | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,5            |

---



---

|           |                   |  |
|-----------|-------------------|--|
| SoilGrids | soc_0-5cm_Q0p95   | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 0 a 5 da superfície predição para quantil 0,95   |
| SoilGrids | soc_5-15cm_mean   | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície média                       |
| SoilGrids | soc_5-15cm_Q0p05  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | soc_5-15cm_Q0p5   | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | soc_5-15cm_Q0p95  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 5 a 15 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | soc_15-30cm_mean  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                      |
| SoilGrids | soc_15-30cm_Q0p05 | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | soc_15-30cm_Q0p5  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | soc_15-30cm_Q0p95 | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície predição para quantil 0,95 |

---

---

|           |                    |   |
|-----------|--------------------|---|
| SoilGrids | soc_30-60cm_mean   | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 15 a 30 da superfície média                       |
| SoilGrids | soc_30-60cm_Q0p05  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,05  |
| SoilGrids | soc_30-60cm_Q0p5   | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,5   |
| SoilGrids | soc_30-60cm_Q0p95  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 30 a 60 da superfície predição para quantil 0,95  |
| SoilGrids | soc_60-100cm_mean  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície média                      |
| SoilGrids | soc_60-100cm_Q0p05 | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | soc_60-100cm_Q0p5  | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | soc_60-100cm_Q0p95 | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 60 a 100 da superfície predição para quantil 0,95 |
| SoilGrids | soc_100-200cm_mean | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície média                     |

---

---

|           |                             |     |  |
|-----------|-----------------------------|-----|--|
| SoilGrids | soc_100-<br>200cm_Q0p05     |     | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,05 |
| SoilGrids | soc_100-<br>200cm_Q0p5      |     | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,5  |
| SoilGrids | soc_100-<br>200cm_Q0p95     |     | Conteúdo de carbono orgânico do solo na fração fina do solo em dg/kg para centímetros 100 a 200 da superfície predição para quantil 0,95 |
| NasaPower | T2M 2010a2019ANN            |     | Média anual da temperatura média a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019ANN        |     | Média anual da umidade relativa a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019ANN        |     | Média anual da velocidade do vento a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019ANN      |     | Média anual da temperatura do ponto de orvalho a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.                                   |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019ANN         | MAX | Média anual da temperatura máxima a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019ANN         | MIN | Média anual da temperatura mínima a 2 metros acima do solo para o período de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019ANN |     | Precipitação total corrigida para o período de 2010 a 2019. O "CORR" indica que esta medição foi corrigida ou ajustada de alguma forma.  |

---

---

|           |                                   |   |
|-----------|-----------------------------------|---|
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019ANN | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para o período de 2010 a 2019. Média ao longo da década.                           |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019ANN | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu para o período de 2010 a 2019. Média ao longo da década.                           |
| NasaPower | alt 2010a2019ANN                  | Altitude média do local para o qual os dados foram registrados durante o período de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019APR                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de abril para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019APR              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante abril para os anos especificados.   |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019APR              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo durante abril ao longo do período de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019APR            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante abril para cada ano no intervalo especificado. O ponto de orvalho é um indicador de umidade atmosférica. |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019APR           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante abril para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M MIN<br>2010a2019APR           | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante abril durante o mesmo período.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019APR       | Precipitação total corrigida registrada durante abril de cada ano de 2010 a 2019. As correções normalmente ajustam diversos fatores para garantir precisão.       |

---

---

|           |                                   |   |
|-----------|-----------------------------------|---|
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019APR | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu durante abril de cada ano na década. Mede a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre.                 |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019APR | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante abril para cada ano de 2010 a 2019. Mede a radiação de onda curta (como a luz solar) que alcança a superfície. |
| NasaPower | alt 2010a2019APR                  | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de abril foram coletados ao longo desses anos.   |
| NasaPower | T2M 2010a2019AUG                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de agosto para cada ano de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019AUG              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo registrada durante agosto ao longo dos anos especificados.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019AUG              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante agosto para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019AUG            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante agosto para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho dá uma indicação do conteúdo de umidade no ar.  |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019AUG           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante agosto para a década de interesse.  |
| NasaPower | T2M MIN<br>2010a2019AUG           | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante agosto durante o mesmo período.   |

---

---

|           |                                   |   |
|-----------|-----------------------------------|---|
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019AUG       | Precipitação total corrigida que ocorreu durante agosto de cada ano de 2010 a 2019. "Corrigida" implica ajustes para anomalias ou erros de medição.   |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019AUG | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu durante o mês de agosto ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019AUG | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante agosto para a década em questão.   |
| NasaPower | alt 2010a2019AUG                  | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de agosto foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019DEC                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de dezembro para cada ano de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019DEC              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante dezembro para o período especificado.   |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019DEC              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo durante dezembro ao longo dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019DEC            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante dezembro para os anos de 2010 a 2019. A temperatura do ponto de orvalho é uma medida de umidade atmosférica.   |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019DEC           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante dezembro para a década em questão.  |

---

---

|           |                                   |     |   |
|-----------|-----------------------------------|-----|---|
| NasaPower | T2M<br>2010a2019DEC               | MIN | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante dezembro durante o mesmo período.   |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019DEC       |     | Precipitação total corrigida observada durante dezembro de cada ano de 2010 a 2019. As correções normalmente envolvem ajustes nos dados brutos para eliminar vieses ou erros conhecidos.            |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019DEC |     | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para dezembro ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019DEC |     | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante dezembro para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019DEC                  |     | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de dezembro foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019FEB                  |     | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de fevereiro para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M 2010a2019FEB                 |     | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo registrada durante fevereiro ao longo dos anos especificados.   |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019FEB              |     | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante fevereiro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019FEB            |     | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante fevereiro para os anos de 2010 a 2019. A temperatura do ponto de orvalho é um indicador importante de umidade atmosférica.                 |

---

---

|           |                                   |     |   |
|-----------|-----------------------------------|-----|---|
| NasaPower | T2M<br>2010a2019FEB               | MAX | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante fevereiro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019FEB               | MIN | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante fevereiro durante o período especificado.   |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019FEB       |     | Precipitação total corrigida registrada durante fevereiro de cada ano de 2010 a 2019. "Corrigida" implica que os dados foram ajustados para corrigir erros ou vieses de medição.                              |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019FEB |     | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para o mês de fevereiro ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019FEB |     | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante fevereiro para cada um dos anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | alt 2010a2019FEB                  |     | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de fevereiro foram coletados ao longo desses anos.   |
| NasaPower | T2M 2010a2019JAN                  |     | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de janeiro para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M 2010a2019JAN                 |     | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante janeiro para o período especificado.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019JAN              |     | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante janeiro para os anos de 2010 a 2019.  |

---



---

|           |                                   |     |  |
|-----------|-----------------------------------|-----|--|
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019JAN            |     | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante janeiro para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho fornece uma medida da quantidade de umidade no ar.                                |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019JAN               | MAX | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante janeiro para a década de interesse.  |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019JAN               | MIN | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante janeiro durante o período especificado.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019JAN       |     | Precipitação total corrigida observada durante janeiro de cada ano de 2010 a 2019. O aspecto "corrigido" normalmente aborda quaisquer anomalias ou erros de medição.                               |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019JAN |     | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para janeiro ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019JAN |     | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante janeiro para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019JAN                  |     | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de janeiro foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019JUL                  |     | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de julho para cada ano de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | RH2M 2010a2019JUL                 |     | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante julho para o período especificado.   |

---

---

|           |                                       |  |
|-----------|---------------------------------------|--|
| NasaPower | WS2M 2010a2019JUL                     | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante julho para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019JUL                | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante julho para os anos de 2010 a 2019. A temperatura do ponto de orvalho é uma medida de umidade atmosférica.                               |
| NasaPower | T2M            MAX<br>2010a2019JUL    | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante julho para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2M            MIN<br>2010a2019JUL    | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante julho durante o período especificado.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019JUL           | Precipitação total corrigida registrada durante julho de cada ano de 2010 a 2019. O termo "corrigida" sugere que os dados foram ajustados para contabilizar erros ou vieses de medição.          |
| NasaPower | ALLSKY   SFC   LW<br>DWN 2010a2019JUL | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para julho ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY   SFC   SW<br>DWN 2010a2019JUL | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante julho para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019JUL                      | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de julho foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019JUN                      | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de junho para cada ano de 2010 a 2019.  |

---

---

|           |                                   |     |  |
|-----------|-----------------------------------|-----|--|
| NasaPower | RH2M 2010a2019JUN                 |     | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante junho para o período especificado.   |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019JUN              |     | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante junho para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019JUN            |     | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante junho para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho é um indicador da quantidade de umidade no ar.                                    |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019JUN               | MAX | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante junho para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019JUN               | MIN | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante junho durante o período especificado.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019JUN       |     | Precipitação total corrigida registrada durante junho de cada ano de 2010 a 2019. O termo "corrigida" indica ajustes feitos para contabilizar possíveis erros ou vieses de medição.              |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019JUN |     | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para junho ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019JUN |     | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante junho para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019JUN                  |     | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de junho foram coletados ao longo desses anos.  |

---

---

|           |                                   |   |
|-----------|-----------------------------------|---|
| NasaPower | T2M 2010a2019MAR                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de março para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019MAR              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante março para o período especificado.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019MAR              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante março para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019MAR            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante março para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho é uma medida de quanto de umidade está no ar.  |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019MAR           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante março para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M MIN<br>2010a2019MAR           | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante março durante o período especificado.   |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019MAR       | Precipitação total corrigida registrada durante março de cada ano de 2010 a 2019. O termo "corrigida" geralmente se refere a ajustes feitos nos dados para corrigir imprecisões ou vieses conhecidos. |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019MAR | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para março ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre.      |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019MAR | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante março para cada um dos anos de 2010 a 2019.  |

---

---

|           |                                       |   |
|-----------|---------------------------------------|---|
| NasaPower | alt 2010a2019MAR                      | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de março foram coletados ao longo desses anos.   |
| NasaPower | T2M 2010a2019MAY                      | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de maio para cada ano de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019MAY                  | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante maio para o período especificado.   |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019MAY                  | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante maio para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019MAY                | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante maio para os anos de 2010 a 2019. A temperatura do ponto de orvalho é uma medida de umidade atmosférica.                               |
| NasaPower | T2M            MAX<br>2010a2019MAY    | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante maio para os anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2M            MIN<br>2010a2019MAY    | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante maio durante o período especificado.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019MAY           | Precipitação total corrigida registrada durante maio de cada ano de 2010 a 2019. As correções geralmente abordam imprecisões ou vieses de medição.  |
| NasaPower | ALLSKY   SFC   LW<br>DWN 2010a2019MAY | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para maio ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |

---

---

|           |                                   |  |
|-----------|-----------------------------------|--|
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019MAY | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante maio para cada um dos anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | alt 2010a2019MAY                  | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de maio foram coletados ao longo desses anos.   |
| NasaPower | T2M 2010a2019NOV                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de novembro para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019NOV              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante novembro para o período especificado.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019NOV              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante novembro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019NOV            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante novembro para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho indica a quantidade de umidade no ar.  |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019NOV           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante novembro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M MIN<br>2010a2019NOV           | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante novembro durante o período especificado.   |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019NOV       | Precipitação total corrigida registrada durante novembro de cada ano de 2010 a 2019. O termo "corrigida" geralmente se refere a ajustes feitos nos dados para corrigir imprecisões ou vieses conhecidos. |

---

---

|           |                                   |   |
|-----------|-----------------------------------|---|
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019NOV | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para novembro ao longo dos anos de 2010 a 2019. Reflete a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019NOV | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante novembro para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019NOV                  | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de novembro foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019OCT                  | Temperatura média a 2 metros acima do solo durante o mês de outubro para cada ano de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | RH2M<br>2010a2019OCT              | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante outubro para o período especificado.  |
| NasaPower | WS2M<br>2010a2019OCT              | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo medida durante outubro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019OCT            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros durante outubro para os anos de 2010 a 2019. O ponto de orvalho é uma medida de umidade atmosférica.   |
| NasaPower | T2M MAX<br>2010a2019OCT           | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante outubro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | T2M MIN<br>2010a2019OCT           | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante outubro durante o período especificado.   |

---

---

|           |                                   |  |
|-----------|-----------------------------------|--|
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019OCT       | Precipitação total corrigida registrada durante outubro de cada ano de 2010 a 2019. Essa correção leva em conta imprecisões ou vieses de medição.  |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019OCT | Radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu para outubro ao longo dos anos de 2010 a 2019. Isso mede a radiação de onda longa que alcança a superfície terrestre. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019OCT | Radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu durante outubro para cada um dos anos de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | alt 2010a2019OCT                  | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de outubro foram coletados ao longo desses anos.  |
| NasaPower | T2M 2010a2019SEP                  | Temperatura média medida a 2 metros acima do solo durante o mês de setembro ao longo dos anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | RH2M 2010a2019SEP                 | Umidade relativa média a 2 metros acima do solo durante setembro ao longo do período de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | WS2M 2010a2019SEP                 | Velocidade média do vento a 2 metros acima do solo para setembro durante os anos especificados de 2010 a 2019.   |
| NasaPower | T2MDEW<br>2010a2019SEP            | Temperatura média do ponto de orvalho a 2 metros acima do solo em setembro para os anos de 2010 a 2019. A temperatura do ponto de orvalho é uma medida da umidade atmosférica.                       |
| NasaPower | T2M<br>2010a2019SEP               | Temperatura máxima média a 2 metros acima do solo durante setembro para cada ano de 2010 a 2019.   |

---



---

|           |                                   |     |  |
|-----------|-----------------------------------|-----|--|
| NasaPower | T2M<br>2010a2019SEP               | MIN | Temperatura mínima média a 2 metros acima do solo durante setembro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | PRECTOTCORR<br>2010a2019SEP       |     | Precipitação total registrada para setembro a cada ano de 2010 a 2019, corrigida para quaisquer vieses ou imprecisões conhecidos na medição.   |
| NasaPower | ALLSKY SFC LW<br>DWN 2010a2019SEP |     | Quantidade média de radiação descendente de onda longa na superfície sob todas as condições de céu durante setembro para os anos especificados de 2010 a 2019, indicando a radiação de onda longa que alcança a superfície da Terra. |
| NasaPower | ALLSKY SFC SW<br>DWN 2010a2019SEP |     | Esta variável mede a média da radiação descendente de onda curta na superfície sob todas as condições de céu (como a luz solar) durante setembro para os anos de 2010 a 2019.  |
| NasaPower | alt 2010a2019SEP                  |     | Representa a altitude média do(s) local(is) de onde os dados de setembro foram coletados ao longo desses anos.   |

---

*Fonte: elaboração própria.*