DOCUMENTOS Nº 374

ISSN 1413-9618 (Impresso)
ISSN 2674-9521 (*On-line*)
Julho/2025

HidroChuvas1.0: um programa para análise de dados de precipitação

50 anos da pesquisa Epagri

GOVSC
SECRETARIA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

GOVSC
SECRETARIA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

Governador do Estado
Jorginho dos Santos Mello

Secretário de Estado da Agricultura
Carlos Chiodini

Presidente da Epagri
Dirceu Leite

Diretores

Andréia Meira
Ensino Agrotécnico

Jurandi Teodoro Gugel
Desenvolvimento Institucional

Fabrícia Hoffmann Maria
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino
Extensão Rural e Pesqueira

Reney Dorow
Ciência, Tecnologia e Inovação

50 anos da pesquisa Epagri

DOCUMENTOS Nº 374

HidroChuvas1.0: um programa para análise de dados de precipitação

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2025

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Caixa Postal 502, Itacorubi
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Editoria técnica: Luiz Augusto Martins Peruch
Revisão técnica: Angelo Mendes Massignam, Luiz Carlos Pittol Martini
Revisão textual: Maria Luíza Chaves
Diagramação: Victor Berretta
Foto da capa: Andrey Rogerio Abreu
Distribuição: *On-line*
Impressão: 500 exemplares

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica

B126h Back, Álvaro José

HidroChuvas1.0: um programa para análise de dados de precipitação / Álvaro José Back. – Florianópolis : Epagri, 2025.
88p. color. ; 22cm. (Documentos, 374).

Inclui Bibliografia
ISSN 2674-9521 *On-line*
ISSN 1413-9618 impresso

1. Climatologia. 2. *Software* HidroChuvas. 3. Modelos matemáticos. 4. Epagri. I. Álvaro José Back. VII. Título.

CDD: 551.6

AUTOR

Álvaro José Back

Engenheiro-agrônomo, Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas,
Doutor em Engenharia
Epagri, Rodovia SC 108, nº 1563, km 353, Bairro da Estação, Urussanga, SC
E-mail: alvarojoseback@gmail.com; ajb@epagri.sc.gov.br

APRESENTAÇÃO

A ocorrência de chuva, ou sua ausência por longos períodos, interfere em uma série de atividades, e nesse sentido, são investidos grandes recursos no monitoramento desse fenômeno. Inúmeras informações podem ser obtidas a partir de dados coletados, que variam de acordo com a natureza da atividade. A Epagri procura atender as principais demandas das informações de chuva e outras variáveis meteorológicas do estado de Santa Catarina, além de realizar as previsões climáticas.

O programa HidroChuvas é uma ferramenta que permite aos profissionais das diferentes áreas de formação realizar de forma rápida análises e obtenção dos resultados para seu local de interesse. O programa tem embasamento no livro "**Metodologias para análise de séries históricas e modelagem da precipitação**", disponibilizado à sociedade, juntamente com as demais publicações da Epagri.

Estes materiais atendem a um dos objetivos estratégicos da Empresa que é "Gerar e difundir informação, conhecimento e tecnologia para o enfrentamento dos efeitos das mudanças do clima e promover melhorias no zoneamento agroclimático no território catarinense". Com esta publicação, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) presta mais uma importante colaboração à sociedade, contribuindo de forma efetiva para o avanço e difusão do conhecimento nas áreas de hidrologia e climatologia.

A Diretoria

SUMÁRIO

Introdução 9

1 Sobre o programa HidroChuvas 10

2 Aba Entrada de Dados 10

3 Aba Mensal 14
3.1 Aba totais mensais 14
3.2 Aba probabilidade de chuva mensal 17
3.3 Aba dias de chuva 18
3.4 Aba probabilidade de dias de chuvas 20

4 Aba Totais 22
4.1 Aba agrupamento dos dados 22
4.2 Aba probabilidade de totais de precipitação 22
4.3 Aba teste de aderência 23

5 Aba Máximas 24
5.1 Aba séries de máximas anuais 24
5.2 Aba probabilidades máximas 28
5.3 Aba mês de ocorrência 30
5.4 Aba dia de ocorrência 31
5.5 Aba gráfico dias ocorrências 33
5.6 Aba ajuste equação IDF 33
5.7 Aba intensidades 36

6 Aba Frequências de Chuva 36

7 Aba Dias Parados 37
7.1 Aba método Mendes 37
7.2 Aba método DNIT (Sicro) 38
7.3 Método Mattos 39

8 Aba Índice de Concentração 40
8.1 Aba IC – índice de concentração de chuva diária 40
8.2 Aba IPC – índice de concentração de precipitação 41
8.3 Aba gráfico ICP 42
8.4 Aba PCD e PCP 43
8.5 Aba gráfico PCD 43

9 Aba Índices de Sazonalidade 44
9.1 Aba índice de sazonalidade da precipitação (ISP) 44
9.2 Índice de irregularidade temporal (SI) 45
10 Aba Índices de Seca 47
10.1 Aba IPP (SPI) 47
10.2 Aba índices Zscore e SPIM 49
10.3 Aba índice CZi e MCZI 51
10.4 Aba resumo CZI 53
10.5 Aba DI – Decil Index e PN 53
10.6 Aba IM – Índice de Moreno 56

11 Aba Índices de Anomalia 58
11.1 Aba IAC – índice de anomalia de chuva 58
11.2 Aba resumo IAC 60
11.3 Aba anomalias 61
11.4 Aba técnica dos quantis 65
11.5 Aba técnica do BoxPlot 65

12 Aba Índices de Agressividade 66
12.1 Aba índice de erosividade EI30 70

13 Aba Simulação 73
13.1 Aba parâmetros de Markov 73
13.2 Aba sequência de dias secos 73
13.3 Aba sequência de dias chuvosos 74
13.4 Aba probabilidade de sequência de dias secos ou chuvosos 75
13.5 Aba dados diários 76
13.6 Aba simulação 77

14 Aba Tendências 78
14.1 Aba calcular os índices 78
14.2 Aba teste de Pettitt 80
14.3 Aba gráfico Pettitt 80
14.4 Aba teste de Mann-Kendall 81
14.5 Aba gráfico Mann-Kendall 82
14.6 Aba teste de Theil-Sen 83
14.7 Aba gráfico Theil-Sen 83

15 Aba Sobre 84

Referências 85

Introdução

A análise de séries históricas de dados de precipitação é uma ferramenta que pode auxiliar na avaliação do comportamento do clima do período passado, bem como no monitoramento do clima presente.

Vários índices foram desenvolvidos para caracterizar a chuva em diferentes aspectos, como por exemplo, a sua concentração (Oliver, 1980; De Luis *et al*., 2011; Martin-Vide, 2004; Xie *et al*., 2005; Li *et al*., 2011), regularidade (Xie *et al*., 2005), variação sazonal (Walsh; Lawler, 1981), agressividade como agente erosivo (Fournier, 1960; Wischmeier; Smith, 1978; Arnoldus, 1980; Essel *et al*., 2016; Back, 2018; Baecheler; Bravo, 2019), ocorrência de secas ou excessos (Rooy, 1965; Mckee; Doesken; Kleist, 1993; Moreno, 1994; Wu *et al*., 2001; Gocic; Trajkovic, 2013), bem como, caracterizar as anomalias (Chu, 1983; Monteiro; Furtado, 1995; Fernandes et al., 2009). Para os projetos de engenharia interessa muito o estudo das chuvas intensas, que são utilizadas no dimensionamento das obras hidráulicas (Back, Wildner; Garcez, 2019; Back; Wildner; Pereira, 2021; Back, 2022; Back; Pantatto; Souza, 2023). Nas últimas décadas, têm sido discutidas as questões de mudanças climáticas e a necessidade de avaliar e quantificar as possíveis tendências (Peterson, 2005; Nóbrega; Farias; Santos, 2015; Silva; Ferreira; Ávila, 2021; Barros *et al.*, 2021).

Existem várias fontes de dados de chuva, como a rede hidrológica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) ou ainda órgãos estaduais como a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Esses órgãos têm como objetivo principal realizar o monitoramento climático e hidrológico e armazenar os dados. No entanto, para transformar os dados em informações é necessário realizar estudos e análises específicas, que dependem dos objetivos de cada usuário.

Quando a série observada é relativamente curta, ou apresenta muitas falhas nos dados, pode-se utilizar de modelos matemáticos para a simulação de longas séries de dados pluviométricos.

Dessa forma, no estudo dos dados de chuva existem muitas aplicações de análises e testes estatísticos, envolvendo várias distribuições de probabilidade, que exigem programas especializados. O programa HidroChuvas reúne uma série de rotinas elaboradas pelo autor para atender diferentes estudos sobre os dados de precipitação que foram desenvolvidos em três décadas de atuação na área de Hidrologia e Climatologia. Este manual tem como objetivo descrever as principais telas do programa e facilitar o seu uso. As questões teóricas, como fórmulas e métodos de cálculo e conceitos, encontram-se descritos no livro “Análise de dados de chuva” (Back et *al.*, 2025). Dessa forma, estes materiais se complementam e podem ser usados para estudos, bem como aplicação destes métodos e técnicas descritas.

1 Sobre o programa HidroChuvas

O programa HidroChuvas1.0 foi elaborado em linguagem Delphi 11.0 para ser executado em ambiente Windows. O programa pode ser acessado no sitio da Epagri https://docweb.epagri.sc.gov.br/pub/HidroChuvas1.zip. O usuário deverá baixar o programa e colar em um dispositivo de memória do computador mantendo a estrutura, conforme a Figura 1.

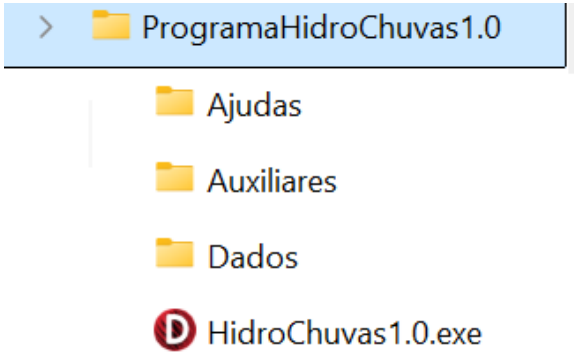


Figura 1. Estrutura da pasta do programa HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O arquivo **HidroChuvas1.0.exe** é o executável do programa. Na pasta **Ajudas** encontram-se arquivos com ajudas para as principais telas do programa. Na pasta **Auxiliares** constam alguns arquivos com dados e rotinas auxiliares, sendo assim uma pasta obrigatória que deverá estar no mesmo local do executável. A pasta **Dados** é uma pasta opcional para armazenar os arquivos com dados.

2 Aba Entrada de Dados

Esta aba é destinada à leitura dos arquivos com dados de precipitação, que podem ser de diferentes formatos (Figura 2).

No quadro **Dados ANA** encontram-se opções para a leitura dos arquivos de dados do banco de dados da ANA, que podem ser em formato **.csv* ou em formato de planilha Excel(*.xls). Para estes formatos pode-se ainda considerar quatro possibilidades:

i) Dados Brutos (1) (1): somente considera os dados brutos (com nível e consistência 1).

ii) Dados Consistidos (2) (2): somente os dados consistidos (nível de consistência 2).

iii) Dados consistidos sobre os brutos (3): o programa lê todos os dados e escreve os dados consistidos sobre os brutos. Nesta opção dá-se prioridade aos dados consistidos, mas caso estes não existam, o programa considera os dados brutos.

iv) Na ordem do arquivo (4): Nesta condição o programa lê os dados e adota os dados lidos por último. Dessa forma, o usuário pode ordenar os dados de acordo com a sua necessidade, deixando por último aqueles dados que serão considerados.

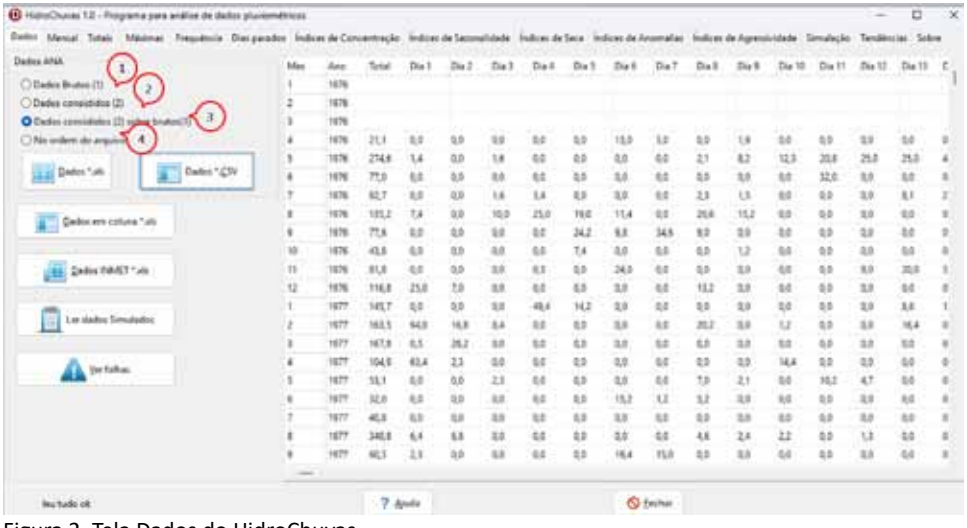


Figura 2. Tela Dados do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Para a opção **Dados em coluna *.xls** o programa lê os dados de uma planilha Excel em que na coluna A constam as datas e na coluna B os valores de chuva. A primeira linha é destinada ao rótulo, como no exemplo da Figura 3. Neste formato as falhas são registradas como células vazias. O programa faz a leitura dos dados até encontrar uma linha sem dados na coluna A.

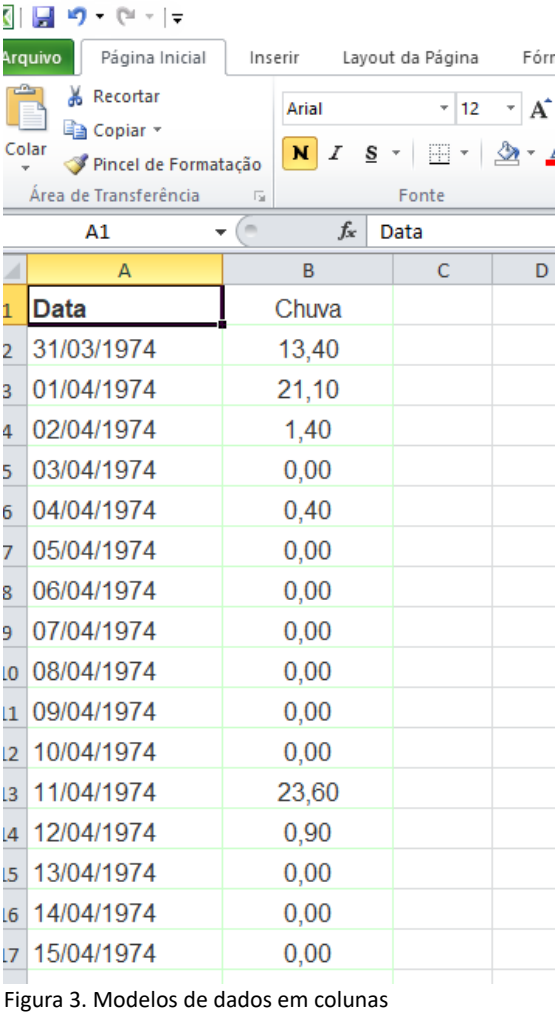
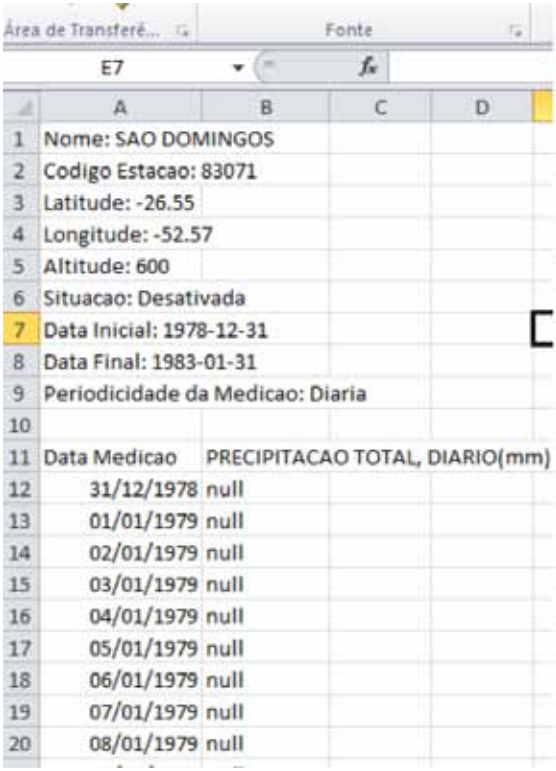


Figura 3. Modelos de dados em colunas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Para a opção **Dados Inmet *.xls** o programa lê os dados de uma planilha excel com formato dos dados do Inmet, como no exemplo da Figura 4. Neste Formato as falhas nos dados de chuva são registradas com células vazias ou a expressão “null”. O programa faz a leitura dos dados até encontrar uma linha sem dados na coluna A.



	A	B	C	D
1	Nome: SAO DOMINGOS			
2	Codigo Estacao: 83071			
3	Latitude: -26.55			
4	Longitude: -52.57			
5	Altitude: 600			
6	Situacao: Desativada			
7	Data Inicial: 1978-12-31			
8	Data Final: 1983-01-31			
9	Periodicidade da Medicao: Diaria			
10				
11	Data Medicao	PRECIPITACAO TOTAL, DIARIO(mm)		
12	31/12/1978	null		
13	01/01/1979	null		
14	02/01/1979	null		
15	03/01/1979	null		
16	04/01/1979	null		
17	05/01/1979	null		
18	06/01/1979	null		
19	07/01/1979	null		
20	08/01/1979	null		

Figura 4. Modelo de dados do Inmet
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A opção **Ler dados simulados** possibilita ler um arquivo de dados de precipitação obtidos pela simulação (Ver Aba Simulação).

Ao clicar no **Ver falhas** o programa abre uma tela auxiliar apresentando os valores de dados de chuva por mês e ano (Figura 5). Nos meses **(1)** e anos **(2)** em que os valores forem menores que o número de dias do período, estes são apresentados em cor vermelha para facilitar a identificação. Como exemplo, na Figura 5, pode-se constatar que no mês de abril de 2010 **(3)** somente existem 25 dados, e dessa forma, 5 falhas nos registros. Da mesma forma, no ano de 2003 **(4)** somente constam 334 dados. Esta tela permite facilmente identificar as falhas e auxiliar na tomada de decisão da série a ser utilizada no estudo, ou ainda a necessidade de excluir alguns meses ou anos da análise.

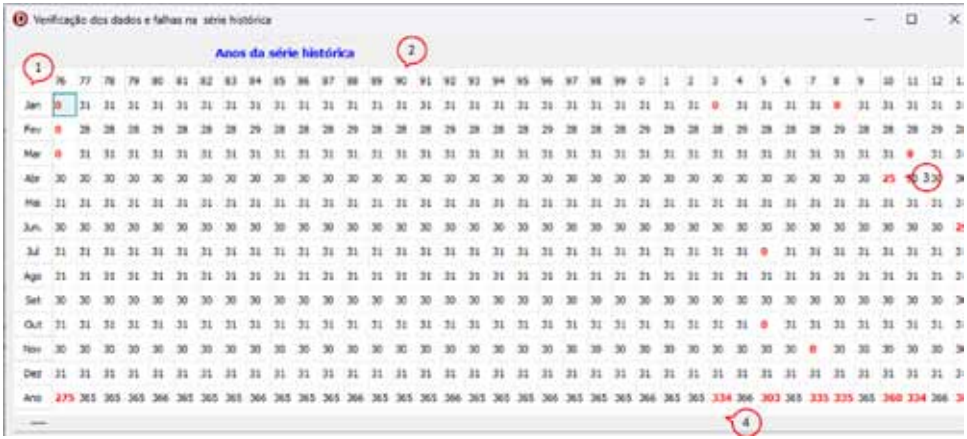


Figura 5. Tela para verificação de falhas nos dados de precipitação
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3 Aba Mensal

Nesta aba (Figura 6) constam as rotinas para cálculo de chuvas mensais. Nela constam subabas **(1)** para cálculos dos totais mensais, probabilidade dos totais mensais, determinação do número de dias de chuva e a probabilidade de ocorrências de dias de chuva.

3.1 Aba totais mensais

No quadro **Opções** deve-se definir o período considerado, informando o ano de início **(2)** e o ano final **(3)** da série. Ao fazer a leitura dos dados o programa preenche estes campos respectivamente com o ano inicial e final da série de dados. Ao alterar esses valores o programa altera também os respectivos campos para as demais telas.

Também, deve-se definir o período considerado para a Normal Climatológica, informando o ano de início e o ano final do período considerado para o cálculo da normal climatológica **(4).** De acordo com OMM, as normais climatológicas são períodos de 30 anos, sendo as últimas três Normais Climatológicas dadas respectivamente pelos anos de 1921-1960, 1961-1990 e 1991-2020. Caso a série não tenha dados destes períodos o usuário poderá, ao seu critério, definir o período a ser considerado.

Ao clicar em **Calcular total mensal (5)** o programa exibe os totais mensais de precipitação na Tabela **(6)** bem como as estatísticas descritivas **(7)** e a média com o número de anos do período da Normal Climatológica **(8)**.

Ao clicar em **Recalcular as estatísticas (9)** o programa refaz os cálculos das estatísticas descritivas bem como da Normal Climatológica. Dessa forma, o usuário pode editar os valores na planilha dos totais (apagando ou inserindo alguns dados faltantes) e recalcular as estatísticas.

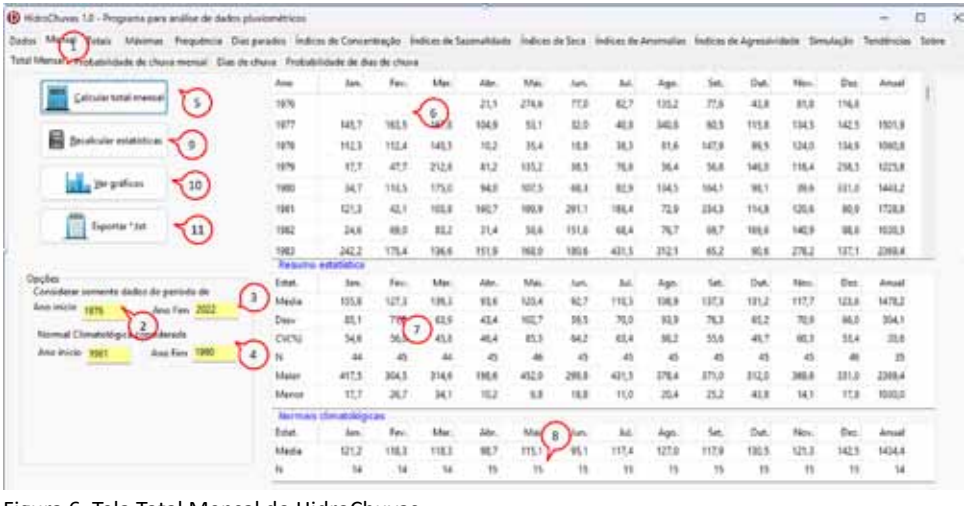


Figura 6. Tela Total Mensal do HidroChuvas.
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Ver Gráficos (10)** é exibido um gráfico (Figura 7) em colunas com os valores de chuva mensal. No quadro **Formatação do gráfico** o usuário poderá definir os limites máximo e mínimo do eixo vertical, bem como o intervalo da marca de escala, nas células destacadas em cor amarela. Existem as opções para apresentar os valores da média, máximo, mínimo ou da Normal Climatológica.

Ao clicar em **Exportar*txt (11)** o programa gera um arquivo em formato *.txt (bloco de notas) com os dados mensais, que pode ser utilizado em outros programas (Figura 8).

Ainda é possível selecionar e copiar os dados mensais (assim como o resumo estatístico) e colar em outros programas, como o Excel, por exemplo, usando os comandos tradicionais Control+C e Control+V.

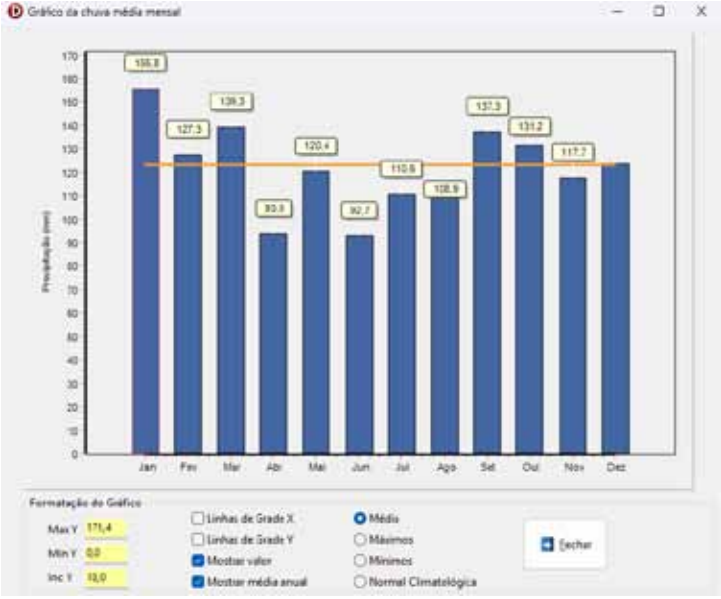
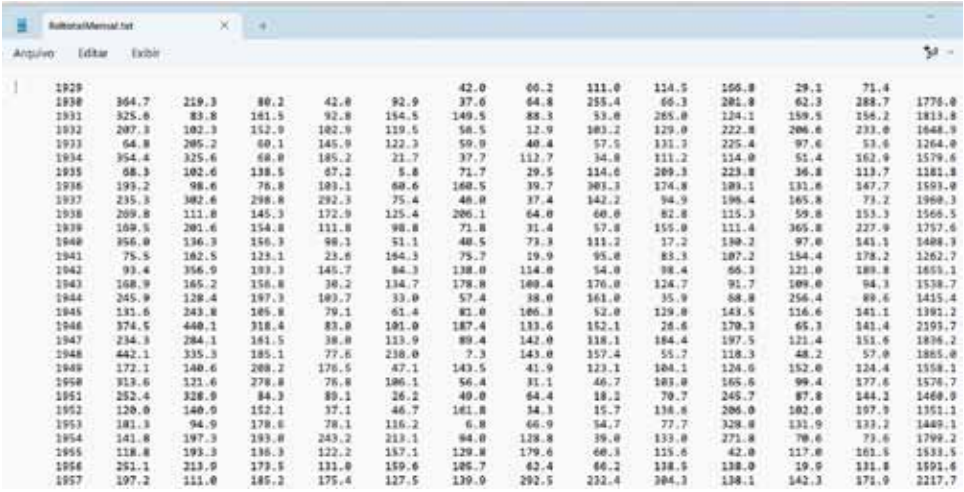


Figura 7. Tela auxiliar com gráfico de estatísticas da precipitação mensal
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)



Arquivo Editar Exibir

1929						42.0	66.2	111.0	114.5	166.8	29.1	71.4	
1930	364.7	219.3	80.2	42.0	92.9	37.6	64.8	255.4	66.3	201.8	62.3	288.7	1776.0
1931	325.6	83.8	161.5	92.8	154.5	149.5	88.3	53.8	265.0	124.1	159.5	156.2	1813.8
1932	207.3	102.3	152.9	102.9	119.5	56.5	12.9	103.2	129.0	222.8	206.6	233.0	1648.9
1933	64.8	205.2	60.1	145.9	122.3	59.0	40.4	57.5	131.3	225.4	97.6	53.6	1264.0
1934	354.4	325.6	68.0	185.2	21.7	37.7	112.7	34.8	111.2	114.0	51.4	162.9	1579.6
1935	68.3	102.6	138.5	67.2	5.8	71.7	29.5	114.6	209.3	223.8	36.8	113.7	1181.8
1936	193.2	98.6	76.8	103.1	68.6	168.5	39.7	303.3	174.8	103.1	131.6	147.7	1593.0
1937	235.3	382.6	298.8	292.3	75.4	46.0	37.4	142.2	94.9	196.4	165.8	73.2	1960.3
1938	209.8	111.8	145.3	172.9	125.4	206.1	64.0	68.0	82.8	115.3	59.8	153.3	1566.5
1939	169.5	201.6	154.8	111.8	98.8	71.8	31.4	57.8	155.0	111.4	365.8	227.9	1757.6
1940	356.0	136.3	156.3	98.1	51.1	48.5	73.3	111.2	17.2	190.2	97.0	141.1	1488.9
1941	75.5	162.5	123.1	23.6	164.3	75.7	19.9	95.8	83.3	187.2	154.4	178.2	1262.7
1942	93.4	356.9	193.3	145.7	84.3	138.0	114.0	54.0	98.4	66.3	121.0	189.8	1655.1
1943	168.9	165.2	156.8	38.2	134.7	178.8	180.4	176.0	124.7	91.7	109.0	94.3	1538.7
1944	245.9	128.4	197.3	103.7	33.0	57.4	38.0	161.0	35.9	68.8	256.4	89.6	1415.4
1945	131.6	243.8	185.8	79.1	61.4	81.0	186.3	52.0	129.8	143.5	116.6	141.1	1391.2
1946	374.5	440.1	318.4	83.0	101.0	187.4	133.6	152.1	28.6	170.3	65.3	141.4	2195.7
1947	234.3	284.1	161.5	38.8	113.9	89.4	142.0	118.1	184.4	197.5	121.4	151.6	1836.2
1948	442.1	335.3	185.1	77.6	238.0	7.3	143.0	157.4	55.7	118.3	48.2	57.0	1865.0
1949	172.1	140.6	208.2	176.5	47.1	143.5	41.9	123.1	104.1	124.6	152.0	124.4	1558.1
1950	313.6	121.6	278.8	76.8	186.1	56.4	31.1	46.7	183.0	165.6	99.4	177.6	1576.7
1951	282.4	328.9	84.3	89.1	26.2	40.0	64.4	18.2	70.7	245.7	87.8	144.1	1460.9
1952	120.0	140.9	152.1	37.1	46.7	161.8	34.3	15.7	138.8	206.0	182.0	197.9	1351.1
1953	181.3	94.9	178.6	78.1	116.2	6.8	66.9	54.7	77.7	328.8	131.9	133.2	1449.1
1954	141.8	197.3	193.8	243.2	213.1	84.0	128.8	39.0	133.0	271.8	78.6	73.6	1799.2
1955	118.8	193.3	136.3	122.2	157.1	129.8	179.6	68.3	115.6	42.0	117.0	161.5	1533.5
1956	251.1	213.9	173.5	131.0	159.6	185.7	62.4	66.2	138.5	138.0	19.9	131.8	1591.6
1957	197.2	111.0	185.2	175.4	127.5	139.9	292.5	232.4	384.3	138.1	142.3	171.9	2217.7

Figura 8. Tela com exportação de dados mensais para o bloco de notas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.2 Aba probabilidade de chuva mensal

Nesta tela (Figura 9) constam as rotinas para ajuste das distribuições de probabilidades para as séries mensais de precipitação bem como para calcular a probabilidade de determinado valor de chuva, ou ainda, calcular a chuva estimada com dado nível de probabilidade.

Para o ajuste da distribuição de probabilidades deve-se primeiramente, no quadro **Selecione a série (1),** selecionar a série a ser considerada. Estão disponíveis as doze séries mensais e ainda a série anual calculadas na aba **Total mensal**. Ao clicar na série o programa exibe na tabela **(2)** os valores de chuva de cada ano.

No quadro **Selecione a distribuição (3)** deve-se indicar a distribuição de probabilidade considerada. Estão disponíveis as rotinas para as distribuições: Normal; Log-Normal com dois parâmetros; Log-Normal com três parâmetros; Gama; Exponencial Geométrica estendida; e a distribuição Gama Mista. Ainda existem possibilidades de selecionar o método de estimativa dos parâmetros entre o método dos Momentos (MM), Máxima Verossimilhança (MV) ou L-Momentos (LM).

No quadro **Posição de plotagem (4)** deve-se indicar a fórmula de frequência considerada e o programa exibe o valor da variável da fórmula de frequência (a). Estão disponíveis as fórmulas baseadas na Mediana, fórmulas de Blom, Weibull, Cunnane, Grigorten, Hazen, Chegodayev e Beard.

No quadro **Nível de significância (5)** deve-se selecionar o nível de significância para os testes de aderência, estando disponíveis as opções de 10%, 5% e 1%.

Ao clicar em **Ajustar (6)** o programa exibe os parâmetros da distribuição **(7)**, mostra a aderência no gráfico **(8)** e apresenta os valores dos testes de aderência e critério de seleção no quadro **Teste de Aderência (9).**

No quadro **Calcular a probabilidade (10)** pode-se determinar a probabilidade de um determinado valor de chuva ocorrer. Deve-se informar o valor da chuva **(11)** e ao clicar em **Calcular (12)** o programa exibe os valores de probabilidade acumulada até o valor informado (P[X<Xp]), a probabilidade de exceder esse valor (P[X>xp]), e ainda o período de retorno estimado (T) **(13)**.

No quadro **Cálculo da chuva (14)** podem-se estimar valores de chuva para diferentes níveis de probabilidade. O usuário deve informar o número de valores **(15)** e indicar o valor da probabilidade na primeira coluna **(16)**. Ao clicar em **Calcular (17)** o programa exibe os respectivos valores estimados de chuva para cada nível de probabilidade informado **(18)**.

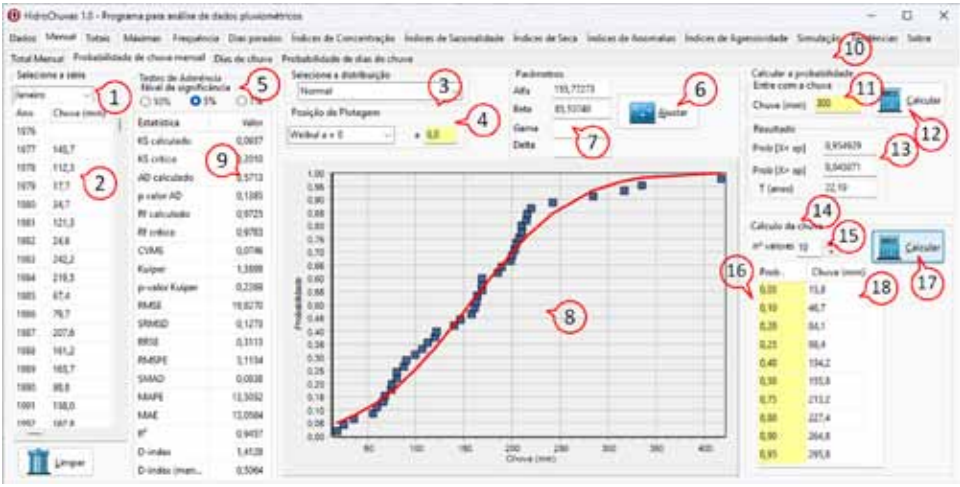


Figura 9. Tela Probabilidade de chuva mensal do HidroChuvas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.3 Aba dias de chuva

Esta tela contém rotinas para a determinação e cálculos dos dias de chuva para cada mês (Figura 10).

No quadro **Opções** deve-se definir o período a ser considerado, informando o ano de início e final da série **(1)**. Também, deve-se definir o valor mínimo de precipitação para considerar o dia chuvoso **(2)**, estando o valor 1,0mm com *default*.

Ao clicar em **Calcular (3)** o programa exibe os valores de dias de chuva de cada mês na tabela **(4)** bem como as estatísticas descritivas **(5)**.

Ao clicar em **Recalcular o resumo (6)** o programa refaz os cálculos das estatísticas descritivas. Dessa forma, o usuário pode editar os valores na planilha dos totais (apagando ou inserindo alguns dados faltantes) e recalcular as estatísticas.

Ao clicar no botão **Ver gráficos médias (7)** o programa exibe um gráfico em colunas com os valores de dias de chuvas mensais (Figura 11). No quadro **Formatação do gráfico** o usuário poderá definir os limites máximo e mínimo do eixo vertical bem como o intervalo da marca de escala. Existem as opções para apresentar os valores da média, máximos e mínimos.

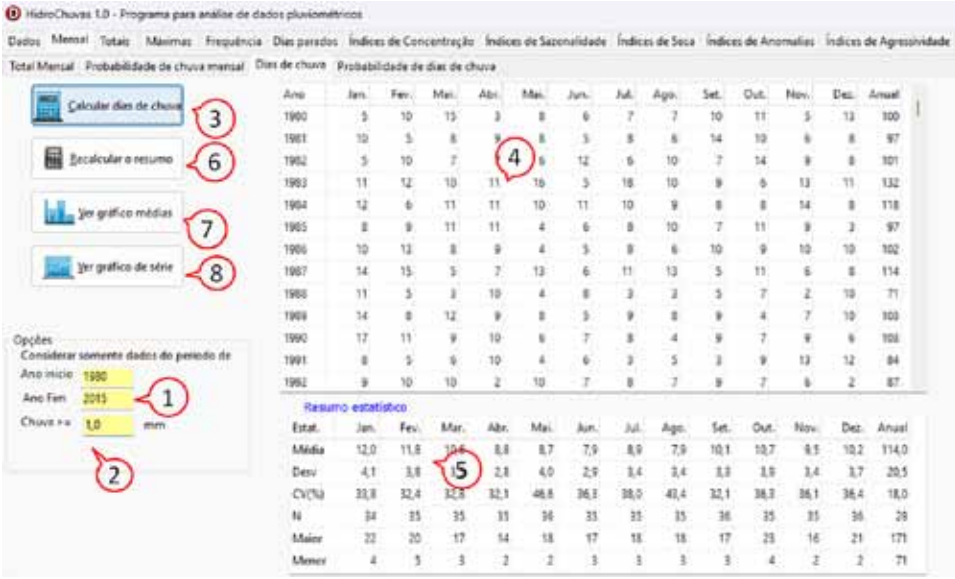


Figura 10. Tela Dias de chuva do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

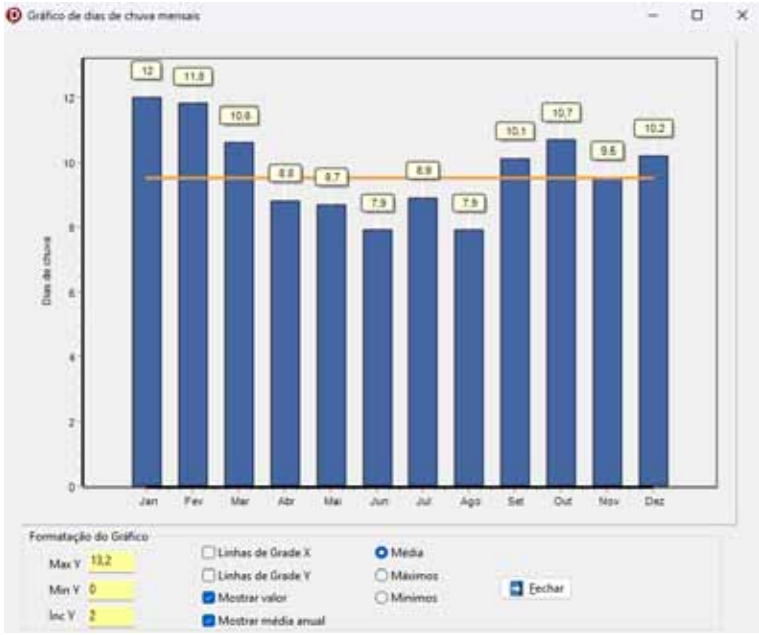


Figura 11. Tela Gráfico de dias de chuva do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Ver gráficos de série (8)** o programa exibe um gráfico com a série de dias de chuva (Figura 12). No quadro **Selecione a série** pode-se selecionar entre as séries mensais ou anual. A cada seleção o programa exibe no quadro **Estatísticas** os valores das estatísticas descritivas da série e também o respectivo gráfico. No quadro **formatação do gráfico** o usuário poderá definir os limites máximo e mínimo do eixo vertical bem como o intervalo da marca de escala. Existem as opções para apresentar os valores da média, máximo, mínimo e os quartis.

Figura 12. Gráfico da série de dias de chuva do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.4 Aba probabilidade de dias de chuvas

Nesta tela (Figura 13) constam as rotinas para ajuste das distribuições de probabilidades para as séries mensais de dias de chuvas, bem como para calcular a probabilidade de determinado número de chuva, ou ainda estimar a chuva com dados de nível de probabilidade.

Para o ajuste da distribuição de probabilidades deve-se, primeiramente, no quadro **Selecione a série (1),** selecionar a série a ser considerada, estando disponíveis as doze séries mensais e ainda a série anual. Ao clicar na série os valores de dias de chuva de cada ano são exibidos na tabela **(2)**.

No quadro **Selecione a distribuição (3)** deve-se indicar a distribuição de probabilidade considerada. Estão disponíveis as rotinas para as distribuições Normal,

Log-Normal com 2 parâmetros, Gama, e a distribuição Gama Mista. Ainda existem possibilidades de selecionar o método de estimativa dos parâmetros entre o método dos Momentos (MM), Máxima Verossimilhança (MV) ou L-Momentos (LM).

No quadro **Posição de plotagem (4)** deve-se indicar a fórmula de frequência considerada e o programa exibe o valor da variável da fórmula de frequência (a). Estão disponíveis as fórmulas baseadas na Mediana, fórmulas de Blom, Weibull, Cunnane, Grigorten, Hazen, Chegodayev e Beard.

No quadro **Nível de significância (5)** deve-se selecionar o nível de significância usado para os testes de aderência entre as opções disponíveis de 10%, 5% e 1%.

Ao clicar em **Ajustar (6)** o programa ajusta e exibe os parâmetros da distribuição **(7)**, mostra a aderência no gráfico **(8)** e apresenta os valores dos testes de aderência e critério de seleção no quadro **Teste de Aderência (9).**

No quadro **Calcular a probabilidade (10)** pode-se determinar a probabilidade de um determinado número de dias de chuva ocorrer. Deve-se informar o valor do número de dias de chuva **(11)** e ao clicar em **Calcular (12)** o programa exibe os valores de probabilidade acumulada até o valor informado (P[X<Xp]), a probabilidade de exceder esse valor (P[X > xp]) e ainda o período de retorno estimado (T) **(13)**.

No quadro **Cálculo dos dias (14)** podem-se estimar valores de dias de chuva para diferentes níveis de probabilidade. O usuário deve informar o número de valores **(15)** a serem calculados e o valor da probabilidade na primeira coluna **(16)**. Ao clicar em **Calcular (17)** o programa exibe os respectivos valores estimados **(18)** de dias de chuva para cada nível de probabilidade informado.

Figura 13. Probabilidade de dias de chuva do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4 Aba Totais

As rotinas desta tela permitem ao usuário determinar os totais acumulados de chuva em intervalos de agrupamento inferiores ao mensal, como 5, 10 ou 15 dias, ou ainda em intervalos de 1, 2, 3, 4, 6 ou 12 meses.

4.1 Aba agrupamento dos dados

No quadro **Considerar o período** **(1)** deve-se indicar o ano de início e fim da série a ser utilizada (Figura 14). No quadro **Totais por período** **(2)** deve-se selecionar o intervalo de agrupamento desejado. Ao clicar em **Calcular totais** **(3)** o programa calcula os totais de chuva para cada período de cada ano, apresentando os resultados na Tabela **Totais de precipitação** **(4)** e as principais estatísticas descritivas na tabela **Resumo estatístico** **(5)**.

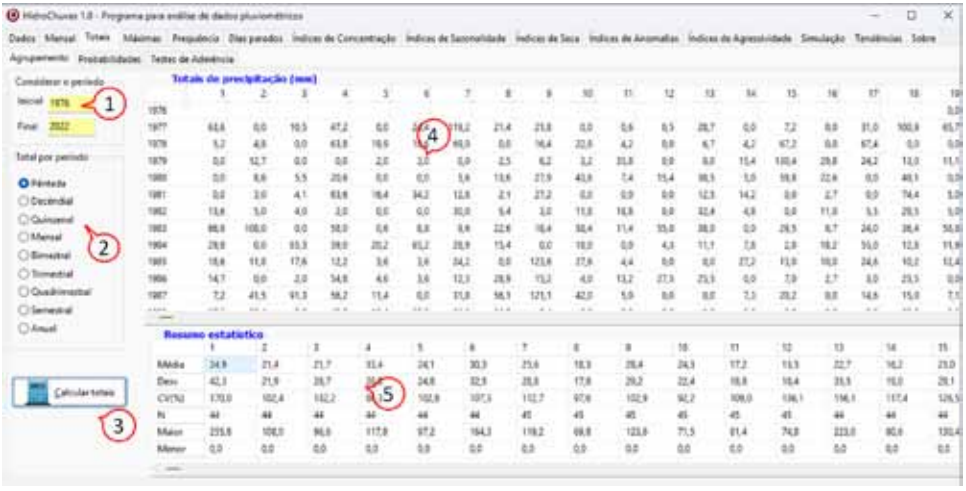


Figura 14. Tela Totais acumulados HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2 Aba probabilidade de totais de precipitação

Nesta aba podem-se determinar as probabilidades de ocorrência dos valores de precipitação no intervalo considerado. O usuário deve definir a distribuição a ser adotada **(1)**, com as opções de considerar a distribuição Normal, Distribuição Gama e a distribuição Gama Mista com parâmetros estimados pelo Método dos Momentos (MM) ou Máxima

Verossimilhança (MV). Também, pode-se definir o número de valores a serem calculados, alterando no quadro **N° de valores (2),** e informando a probabilidade na primeira coluna da tabela **Cálculos (3)** (Figura 15).

Ao clicar em **Calcular (4)** o programa exibe as estatísticas descritivas **(5)**, os valores de chuva provável para cada intervalo **(6)** e o resultado do teste de aderência na aba seguinte.

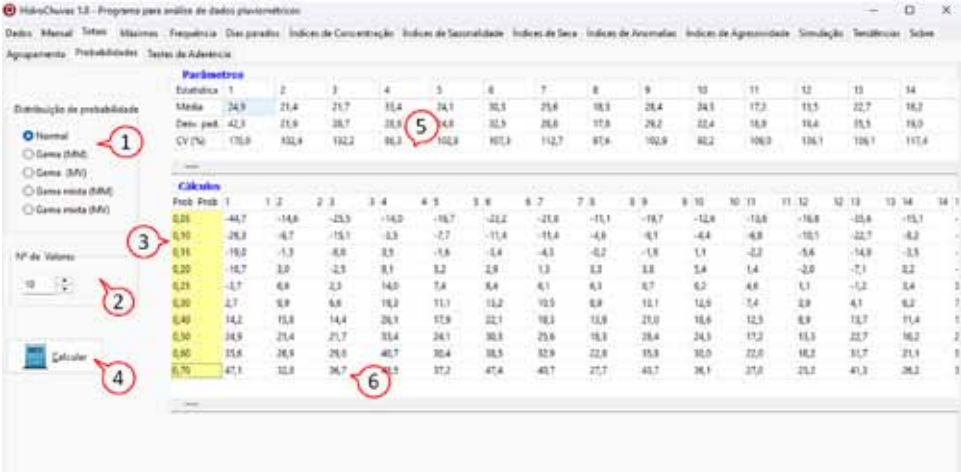


Figura 15. Tela Totais acumulados HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.3 Aba teste de aderência

Nesta aba **é exibida** a tabela que contém, para cada intervalo de agrupamento, os valores dos parâmetros da distribuição adotada **(1)** (parâmetro 1 e parâmetro 2 para distribuição Normal e Gama e parâmetro 1, parâmetro 2 e parâmetro 3 para a distribuição Gama Mista). Ainda são apresentados os valores da estatística calculada (KScal) **(2)** de Kolmogorov-Smirnov e o respectivo valor crítico ao nível de significância de 5% (KS 0,05) **(3)**. Também é apresentado o valor calculado do teste de Anderson-Darling (AD) **(4)** (Figura 16).

Figura 16. Tela Teste de aderência do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5 Aba Máximas

Nesta tela encontram-se as rotinas para análise de chuvas máximas anuais com duração de 1 a dez dias. Constam 6 abas, respectivamente, para determinar as séries de máximas anuais (**Série de máximas anuais**), ajustar a distribuição de probabilidade e calcular valores esperados de chuva máxima (**Probabilidade de máximas**), determinar o mês de ocorrência dos eventos máximos anuais (**Mês de ocorrência**), determinar os dias de ocorrência dos eventos máximos anuais (**Dia de ocorrência**), ajustar a equação IDF (**Ajuste de equação IDF**) e obter as intensidades de chuva de curta duração (**Intensidades**).

5.1 Aba séries de máximas anuais

No quadro **Opções (1)** deve-se informar o mês de início do ano hidrológico (1 para janeiro, 2 para fevereiro e assim até 12 para dezembro) e também o período de dados considerados, informando o ano de início e ano final do período **(2)** (Figura 17).

Ao clicar no botão **Máximas anuais (3)** o programa exibe a tabela **(4)** com os valores das chuvas máximas com duração de 1 a dez dias e ainda o total de dias do ano com dados de precipitação **(5)**. Sempre que o número de dias for inferior ao número de dias do ano (365 ou 366) esse valor é apresentado em cor vermelha para chamar atenção. Também é exibida a tabela com o resumo estatístico das séries de máximas anuais **(6)**.

Ao clicar com o botão direito do mouse na tabela com as séries de máximas anuais abre um Popupmenu (Figura 19) com as opções para deletar a linha inteira ou somente os valores de chuva máxima a partir da coluna selecionada. Caso se deseje eliminar alguns dados ainda é possível deletá-los diretamente na tabela.

Figura 17. Tela Série de máximas do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

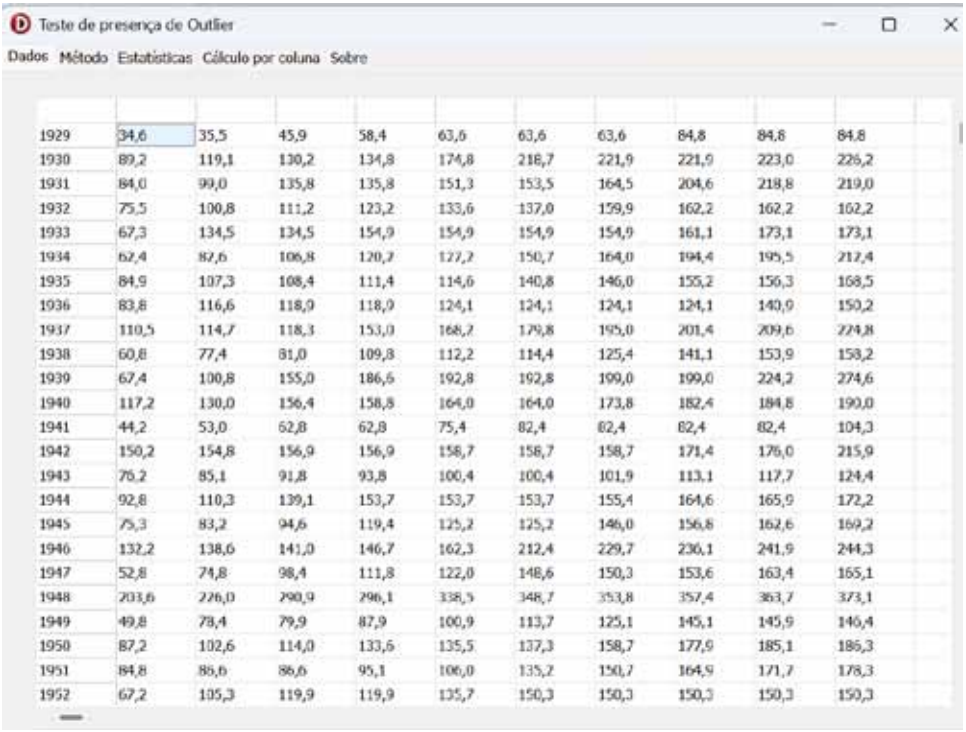
Figura 18. Detalhe do Popupmenu
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Recalcular estatísticas (7)** o programa refaz os cálculos das estatísticas descritivas, sendo esta opção útil quando forem deletados alguns valores das séries de máximas anuais. Nas opções do apagar com o Popupmenu o programa já refaz automaticamente os cálculos das estatísticas descritivas.

Ao clicar em **Salvar a série (8)** o programa gera um arquivo em formato txt. com a série de máximas anuais abrindo o bloco de notas. Neste arquivo as falhas serão preenchidas com -999.9.

Ao clicar em **Abrir a série (9)** pode-se abrir o arquivo salvo em formato txt.

Ao clicar no botão **Ver Outlier (10)** o programa abre uma tela auxiliar com rotinas para verificação de *outliers*. (Figura 19). Nesta tela, na aba **Dad**os são apresentados os dados das séries de máxima anuais de 1 a dez dias.



1929	34,6	35,5	45,9	58,4	63,6	63,6	63,6	84,8	84,8	84,8
1930	89,2	119,1	130,2	134,8	174,8	218,7	221,9	221,9	223,0	226,2
1931	84,0	99,0	135,8	135,8	151,3	153,5	164,5	204,6	218,8	219,0
1932	75,5	100,8	111,2	123,2	133,6	137,0	159,9	162,2	162,2	162,2
1933	67,3	134,5	134,5	154,9	154,9	154,9	154,9	161,1	173,1	173,1
1934	62,4	87,6	106,8	120,7	127,2	150,7	164,0	194,4	195,5	212,4
1935	84,9	107,3	108,4	111,4	114,6	140,8	146,0	155,2	156,3	168,5
1936	83,8	116,6	118,9	118,9	124,1	124,1	124,1	124,1	140,9	150,2
1937	110,5	114,7	118,3	153,0	168,2	179,8	195,0	201,4	209,6	224,8
1938	60,8	77,4	81,0	109,8	112,2	114,4	125,4	141,1	153,9	158,2
1939	67,4	100,8	155,0	186,6	192,8	192,8	199,0	199,0	224,2	274,6
1940	117,2	130,0	156,4	158,8	164,0	164,0	173,8	182,4	184,8	190,0
1941	44,2	53,0	62,8	62,8	75,4	82,4	82,4	82,4	82,4	104,3
1942	150,2	154,8	156,9	156,9	158,7	158,7	158,7	171,4	176,0	215,9
1943	76,2	85,1	91,8	93,8	100,4	100,4	101,9	113,1	117,7	124,4
1944	92,8	110,3	139,1	153,7	153,7	153,7	155,4	164,6	165,9	172,2
1945	75,3	83,2	94,6	119,4	125,2	125,2	146,0	156,8	162,6	169,2
1946	132,2	138,6	141,0	146,7	162,3	212,4	229,7	236,1	241,9	244,3
1947	52,8	74,8	98,4	111,8	122,0	148,6	150,3	153,6	163,4	165,1
1948	203,6	226,0	290,9	296,1	338,5	348,7	353,8	357,4	363,7	373,1
1949	49,8	78,4	79,9	87,9	100,9	113,7	125,1	145,1	145,9	146,4
1950	87,2	102,6	114,0	133,6	135,5	137,3	158,7	177,9	185,1	186,3
1951	84,8	86,6	86,6	95,1	106,0	135,2	150,7	164,9	171,7	178,3
1952	67,2	105,3	119,9	119,9	135,7	150,3	150,3	150,3	150,3	150,3

Figura 19. Tela Outlier do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Método** (Figura 20) constam 15 métodos diferentes para definir os valores de *outlier*. Para diversos métodos podem-se definir os valores padrões (K, Z ou alfa) para cálculo do intervalo entre os limites mínimos e máximos de cada método.

Na aba **Estatísticas** (Figura 21) é realizado o cálculo para as dez séries de acordo com o método selecionado na Aba **Métodos.** Para cada série são apresentados os valores das estatísticas da série e os limites inferior e superior do método. Dessa forma, o usuário poderá avaliar o valor mínimo e máximo e comparar com os limites para julgamento de *outliers*.

Na aba **Cálculo por coluna** (Figura 22) são realizados os cálculos e a avaliação simultânea da presença de *outlier* por diversos métodos, sendo apresentados os valores do limite inferior e superior, bem como o número de valores menores e maiores que esses limites. Também é apresentado um boxplot para a série em análise.

Na tela **Sobre** conta-se a descrição da rotina com a versão e contatos.

Figura 20. Tela com métodos de definição de *outlier*
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

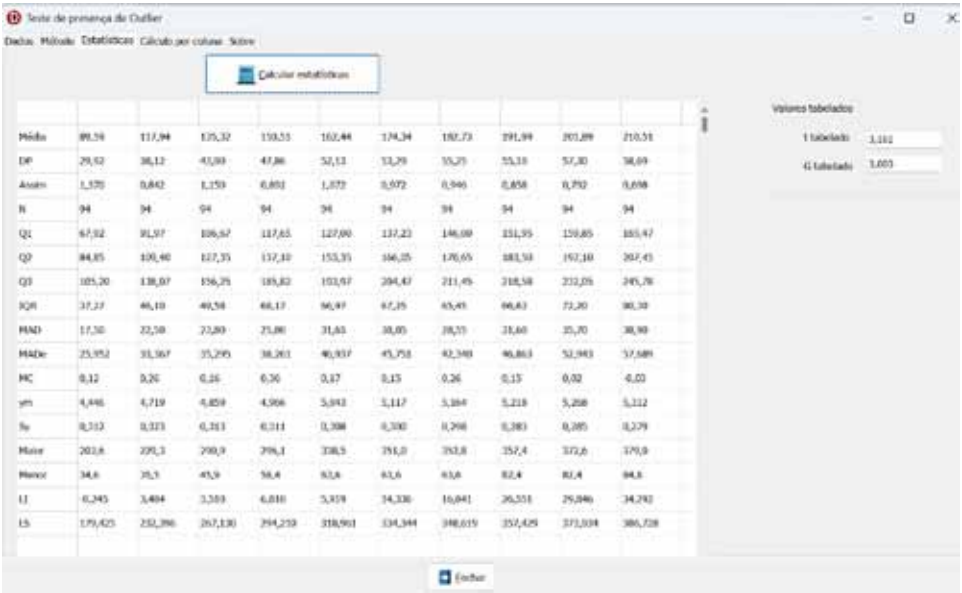


Figura 21. Tela As estatísticas de valores limites da definição de *outlier*
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

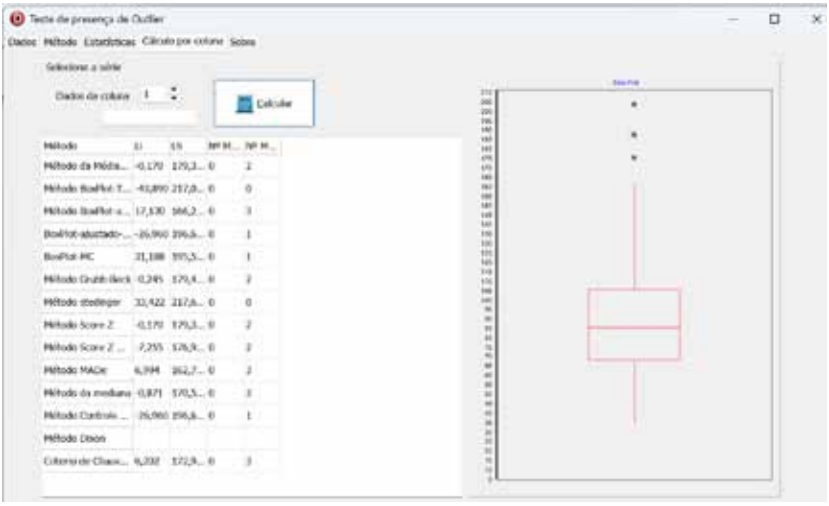


Figura 22. Tela Cálculo por coluna para a definição de *outlier*
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

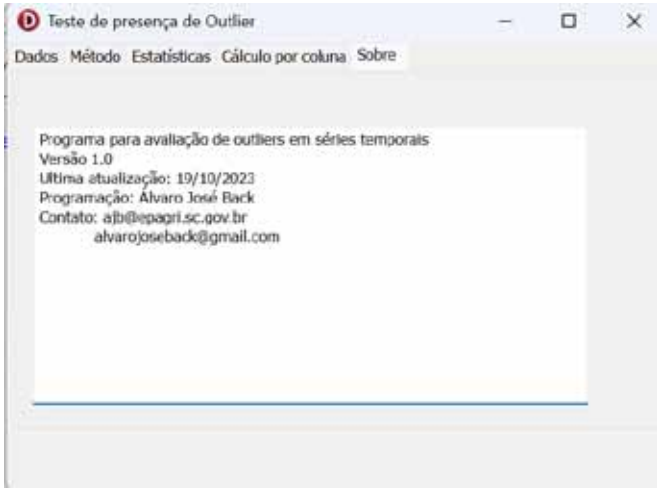


Figura 23. Tela Sobre para definição de *outlier*
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5.2 Aba probabilidades máximas

Nesta tela constam as rotinas para ajuste das distribuições de probabilidades para as séries de máximas anuais de chuvas, bem como para calcular a probabilidade de determinado valor de chuva ou ainda estimar a chuva com determinado período de retorno (Figura 24).

Para o ajuste da distribuição de probabilidades deve-se primeiramente, no quadro **Selecione a série (1),** selecionar a série a ser considerada de acordo com a duração (1 a dez dias). Ao clicar na série, o programa exibe os valores da série de chuvas máximas com a duração selecionada na tabela **(2)**.

No quadro **Selecione a distribuição (3)** deve-se indicar a distribuição de probabilidade considerada. Estão disponíveis as rotinas para as distribuições Gumbel, Pearson, Log-Pearson, GEV, Log-Normal com 2 parâmetros, Log-Normal com 3 parâmetros, Normal e Frechet. Ainda existem possibilidades de selecionar o método de estimativa dos parâmetros entre o método dos Momentos (MM), Máxima Verossimilhança (MV) ou L-Momentos (LM).

No quadro **Posição de plotagem (4)** deve-se indicar a fórmula de frequência considerada e o programa exibe o valor da variável da fórmula de frequência (a) **(5)**. Estão disponíveis as fórmulas baseadas na Mediana, fórmulas de Blom, Weibull, Cunnane, Grigorten, Hazen, Chegodayev e Beard.

No quadro **Nível de significância (6)** deve-se selecionar o nível de significância entre as opções disponíveis de 10%, 5% ou 1%.

Ao clicar em **Ajustar (7)** o programa, são exibidos os parâmetros da distribuição **(8)**, o gráfico **(9)** de aderência e os valores dos testes de aderência e critério de seleção no quadro **Teste de Aderência (10)**.

No quadro **Calcular a probabilidade (11)** pode-se determinar a probabilidade de dados de valores de chuva, informando o valor da chuva **(12)** e ao clicar em **Calcular (13)**, o programa exibe os valores de probabilidade acumulada até o valor informado (P[X<Xp]) e a probabilidade de exceder esse valor (P[X>xp]) e ainda o período de retorno estimado (T) **(14)**.

No quadro **Cálculo dos valores esperados de chuva (15)** podem-se estimar valores de chuva para diferentes níveis de probabilidade. Informa-se o período de retorno na primeira coluna **(16)**. Ao clicar em **Calcular (17)** o programa exibe os respectivos valores de chuva máxima estimada **(18)** e as respectivas probabilidades de ocorrência e excedência **(19)**.

Ao clicar no botão **Transferir dados para Ajuste IDF (20)** o programa transfere os valores de período de retorno (T) e chuva máxima calculada para a tabela adequada da aba **Ajuste de equação IDF.**

Figura 24. Tela Probabilidade de Máximas anuais do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5.3 Aba mês de ocorrência

Nesta aba pode-se determinar o mês de ocorrência dos eventos máximos anuais (Figura 25). Ao clicar em **Calcula**r, o programa exibe, para cada ano e série, o mês em que ocorreu o evento máximo anual, sendo 1 para janeiro, 2 para fevereiro e assim até 12 para dezembro. No quadro **Resumo** tem-se o número de ocorrências desses eventos em cada mês.

Figura 25. Tela Mês de ocorrência do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico,** o programa exibe este resumo em forma gráfica (Figura 26). O usuário pode escolher a série a ser exibida.

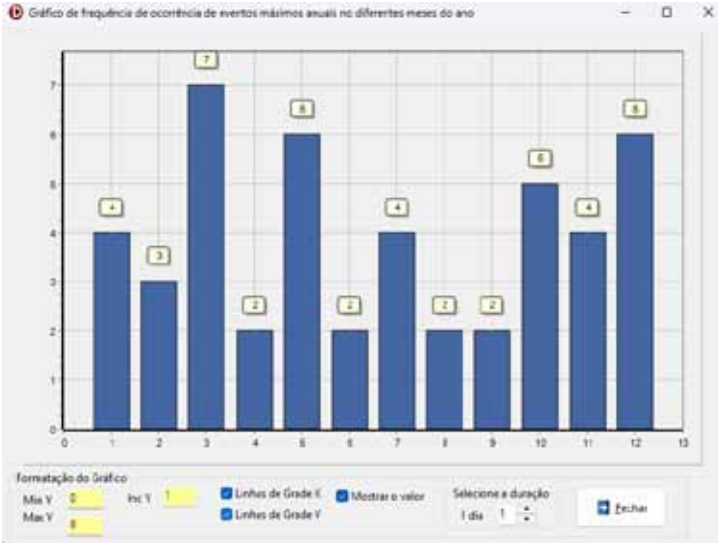


Figura 26. Gráfico do Mês de ocorrência do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5.4 Aba dia de ocorrência

Nesta aba pode-se determinar o dia de ocorrência dos eventos máximos anuais (Figura 27). Ao clicar em **Calcular,** o programa exibe, para cada ano e série, o dia do ano que ocorreu o evento máximo anual, sendo 1 para 1° de janeiro e 365 (ou 366) para 31 de dezembro. No **Resumo,** têm-se os cálculos com a decomposição vetorial, cálculo do dia e vetor médio.

A abordagem da estatística circular considera a data de ocorrência de um evento específico dentro de um ano como coordenadas polares na circunferência de um círculo unitário centrado na origem. As datas de ocorrência dos eventos máximos anuais baseiam-se no ano civil, 1º de janeiro é o primeiro dia e 31 de dezembro é o 365º dia.

O método consiste em determinar o vetor resultante das datas de ocorrência dos eventos máximos anuais observados. A direção do vetor resultante representa a data média de ocorrência dos eventos extremos e o módulo é a variabilidade em torno do valor médio (De Michele; Rosso, 2002).

Cada data ji é substituída por um ângulo calculado por:

$$\theta_i = j_i \frac{2\pi}{NDA}$$

Em que: θ = ângulo (em radianos); J= dia do ano (1 para 1º de janeiro, 365 para 31 de dezembro (ou 366) o caso de ano bissexto; NDA = número de dias do ano (365 ou 366 se for ano bissexto).

A série obtida cobre o círculo unitário onde cada termo pode ser descrito em coordenadas polares como um vetor (cos θi, sen θi), onde θi indica a direção expressa em radianos.

Seguindo a abordagem de Burn (1997), as coordenadas cartesianas de cada evento são dadas por:

xi = cos θi

yi = sen θi,

O módulo médio é dado pela equação:

$$\bar{r} = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}$$

O valor de r também é denominado de índice de concentração de sazonalidade do vetor de Burn, podendo assumir valores entre 0 e1 (0≤ r ≤ 1,0). Quando r tende para zero, não há uma única estação dominante e a ocorrência de evento extremo pode chegar a qualquer momento do ano. A data de ocorrência de eventos extremos é regular, à medida que o módulo se aproxima mais da unidade, sendo r = 1 um valor virtual indicando que eventos extremos ocorrem no mesmo dia.

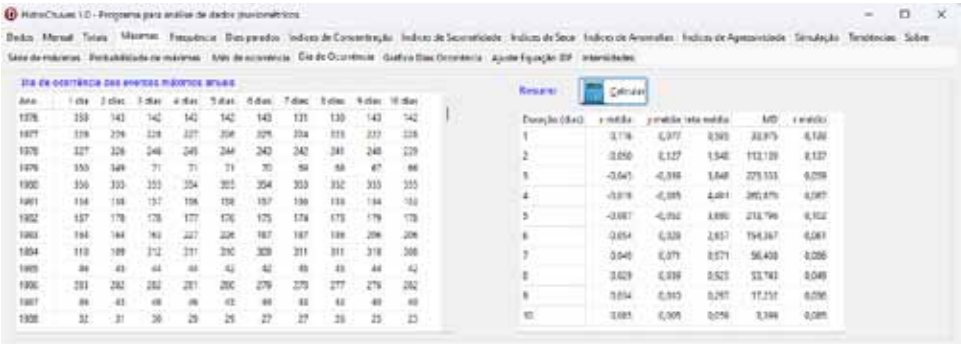


Figura 27. Tela Dia de ocorrência do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5.5 Aba gráfico dias ocorrências

Nesta aba são exibidos os gráficos circulares (Figura 28) com as datas de ocorrências e o vetor médio resultante. O usuário pode selecionar a série a ser exibida (de um a dez dias) e automaticamente o gráfico é atualizado.

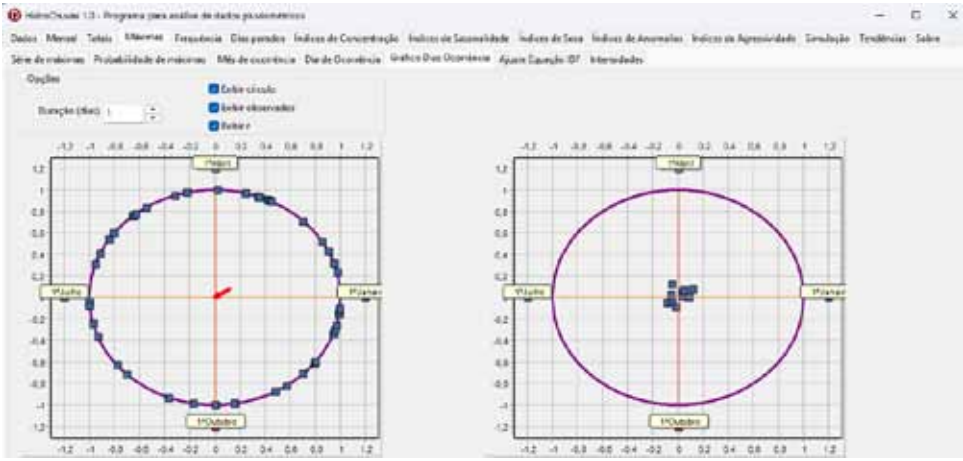


Figura 28. Gráficos circulares de datas de ocorrências e vetor médio resultante
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

5.6 Aba ajuste equação IDF

Nesta Aba constam as rotinas para o ajuste da equação IDF pelo método da desagregação da chuva diária em chuva de duração inferior. Equação IDF é dada por:

$$I = \frac{K\,T^m}{(t+b)^n}$$

Em que:

I é a intensidade máxima média da chuva (mm/h);

K, m, b, n são os coeficientes da equação a serem ajustados;

T é o período de retorno (anos);

t é a duração da chuva (minutos).

As intensidades de chuva são obtidas pela desagregação da chuva diária para chuvas de menor duração pela equação:

$$I = \frac{F\ P_{1dia}\ 60}{t}$$

Em que: I = intensidade (mm/h);

F = fator de desagregação;

P_{1dia} = Chuva máxima estimada para a duração de 1 dia;

t = duração da chuva (min).

No quadro **Opções para a fator de desagregação (F) (**Figura 29) tem-se a possibilidade de adotar o fator F, conforme:

Informado (1): Nesta opção, o usuário deverá digitar os valores diretamente na tabela, informando a duração em minutos e a relação entre a precipitação com a duração de precipitação máxima de 1 dia;

Médias para o Brasil (2): Nesta opção serão adotados os valores médios para o Brasil de acordo com a tabela da Cetesb. O programa adota a relação ajustada por Back (2020) como:

$$F = \frac{t}{27{,}9327 + 3{,}8346t^{0{,}7924}}$$

Médias para Santa Catarina (3): Nesta opção serão adotados os valores médios para as estações pluviográficas de Santa Catarina. O programa adota a relação ajustada por Back e Wildner (2021) como:

$$F = \frac{t}{16{,}5297 + 7{,}5911t^{0{,}7033}}$$

Médias Mundiais (4): Nesta opção adota-se a relação média estabelecida pelo IMD (**Rashid**; Faruque; Alam, **2012).**

$$F = \left(\frac{\frac{t}{60}}{24}\right)^{0{,}33}$$

Ao clicar no botão **Calcular F (5)** o programa calcula os valores de F de acordo como o método desejado, exibindo os valores na tabela e também representa os valores na figura **(7)**.

No quadro **Opções de duração (t) (8)** deve-se informar o número de durações consideradas e o valor da duração em minutos na tabela **Durações e fator de desagregação F (6).**

No quadro **Opções de período de retorno (T) (9)** deve-se informar o número de períodos de retorno (T) considerado e os valores de chuva máxima diária **(10)** para cada T**.** Ver na aba **Probabilidade de máximas** o botão para transferir os dados calculados.

A função objetivo para o procedimento de ajuste da equação IDF consiste na minimização do erro quadrático, dado por:

$$S = \sum_{i=1}^{n} (Ie_{t,T} - Io_{t,T})^2$$

O programa exibe os resultados do erro padrão de estimativa, coeficiente de determinação (R^2) e do coeficiente de Nash-Sutcliffe, dados por:

$$S = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (Io_{t,T} - Ie_{t,T})^2}{\sum_{i=1}^{n} (Io_{t,T} - IOmedia)^2}$$

Em que:

$Ie_{t,T}$ é a intensidade da chuva com duração t e período de retorno T estimada pela equação IDF;

$Io_{t,T}$ é a intensidade da chuva com duração t e período de retorno T observada;

N é o número de intensidades consideradas (N =TR * Durações).

Ao clicar no botão **Ajustar IDF (11),** o programa roda uma rotina auxiliar, que está na pasta **Auxiliare**s, e retorna os valores dos coeficientes **K**, **m**, **b** e **n** no quadro **Parâmetros (12).** Também são exibidos os valores dos índices de desempenho **(13)** (R^2, Nash-Sutcliffe, o erro padrão de estimativa), da função objetivo (FO), e do número de valores.

No quadro **Opções do gráfico (14)** podem-se alterar alguns parâmetros de formatação do gráfico.

5.7 Aba intensidades

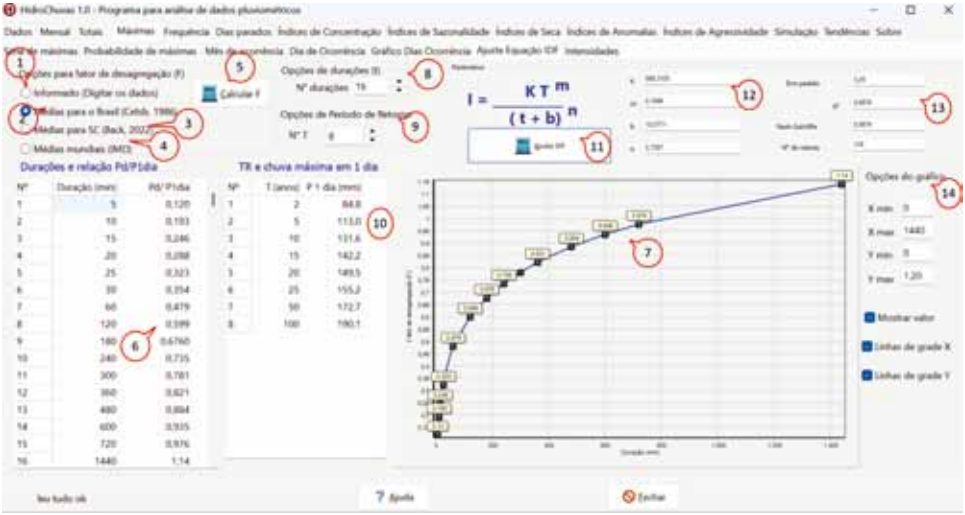


Figura 29. Tela Ajuste Equação IDF do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nesta aba são exibidos os valores de intensidades observadas (obtidas pela desagregação da chuva diária) e estimadas com a equação IDF ajustada (Figura 30). Dessa forma, o usuário pode copiar e colar esses valores para outro aplicativo e incluir em relatórios.

6 Aba Frequências de Chuva

Figura 30. Tela Intensidade do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nesta aba podem-se avaliar as frequências de chuvas diárias em intervalos de classe. A metodologia segue o método de determinação da chuva crítica para drenagem do solo, conforme descrito em Pizarro (1978).

No quadro **Opções** (Figura 31) deve-se definir o intervalo de classe (mm) **(1)** o ano de início e final **(2)** da análise. Ainda existem opções **(3)** para considerar os dados do ano todo, ou somente de um determinado mês (1 para janeiro, 2 para fevereiro e assim até 12 para dezembro), ou ainda somente por trimestre (1 para Jan-Fev-Mar) e assim até 4 (para Out-Nov-Dez).

Ao clicar no botão **Calcular** **(4)** o programa exibe a tabela **(5)** com os valores calculados. Ao passar o mouse sobre a tabela é exibida uma breve descrição do conteúdo de cada tabela.

No quadro **Chuva crítica** **(6)** é exibido o valor da chuva crítica **(7)** que ocorre com

a frequência indicada **(8)**. Ao alterar o valor da frequência, o programa automaticamente altera o valor da chuva crítica. A frequência indica o número de ocorrências por ano.

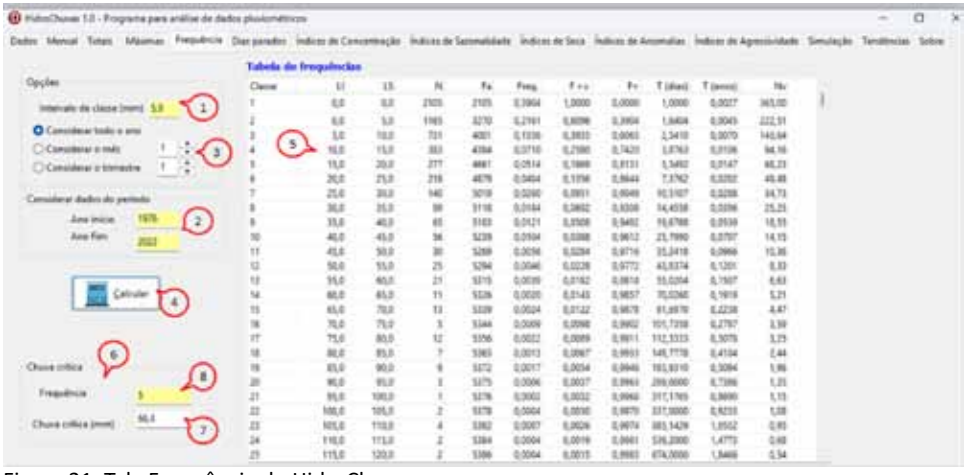


Figura 31. Tela Frequência do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

7 Aba Dias Parados

Esta aba contém a rotina para o cálculo dos dias parados em obras de engenharia em função das chuvas, pelos métodos de Mendes (2006) apud Coelho e Back (2015), DNIT (2017) e Mattos (2015).

7.1 Aba método Mendes

Na aba do método de **Mendes (2006)** (Figura 32) deve-se informar no quadro **Considerar dados do período (1)** o período de anos considerado para análise, indicando o ano inicial e final da série. O usuário pode alterar os limites da intensidade da chuva **(2),** bem como dos valores equivalentes em dias parados **(3)** no quadro **Critérios (4).** Também deve definir o limite de chuva **(5)** para o dia a ser considerado chuvoso.

Ao clicar em **Calcular (6)** o programa apresenta a tabela **(7)** com as séries mensais de dias parados e o respectivo resumo estatístico **(8)**. Também é apresentada a tabela **(9)** contendo os valores médios mensais de precipitação, dias de chuva, dias parados e o fator nd.

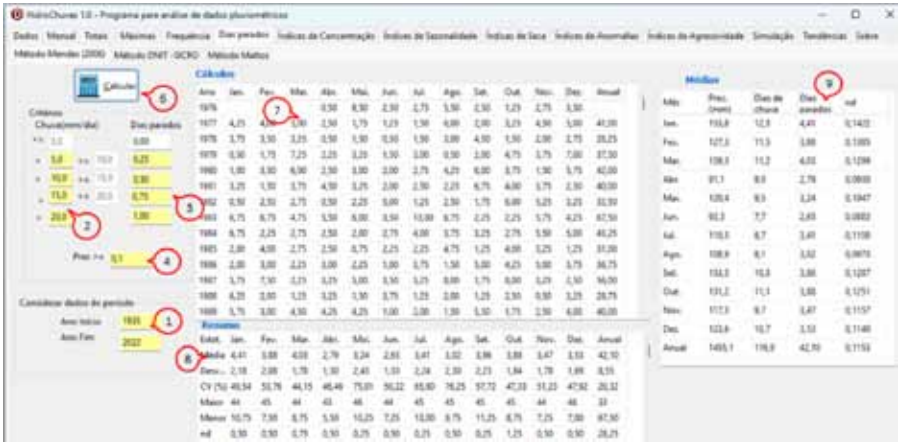


Figura 32. Tela Dias parados pelo método Mendes (2006) do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

7.2 Aba método DNIT (Sicro)

No quadro **Considerar dados do período** **(1)** deve-se informar o período de anos considerado para análise, indicando o ano inicial e final da série.

No quadro **Parâmetros** **(2)** constam os valores de horas trabalhadas e dos limites de intensidade da chuva estabelecidos no método DNIT (Sicro), que podem ser alterados se o usuário desejar (Figura 31). Ao clicar em **Calcular** **(3)** o programa exibe as tabelas com os valores de dias parados (dp) **(4)**, do fator de intensidade das chuvas (nd) **(5)** e ainda os valores médios mensais e anuais destas variáveis **(6)**.

7.3 Método Mattos

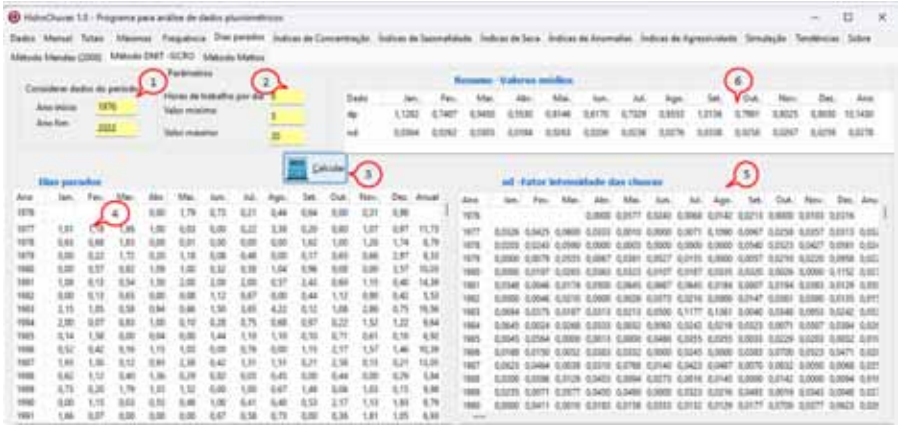


Figura 33. Tela Dias parados pelo Método DNIT (Sicro) do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Mattos (2015) apresenta um método em que considera que as chuvas menores que 5mm não interferem nas atividades. Para as chuvas diárias de 5 a 10mm o dia não é praticável, isto é, implicam em um dia parado. As chuvas diárias acima de 10mm, além de tornar o dia impraticável (um dia parado), também tornam 50% do dia seguinte impraticável (0,5 dia parado).

Dessa forma, podem-se determinar os dias parados com o seguinte algoritmo:

Verificar a precipitação total do dia (Pi):

- Se Pi < ; 5,0mm então DP = 0
- Se 5,0 ≤ Pi≤ 10mm então DP =1,0
- Se Pi > 10mm então DP = 1 e DP seguinte =0,5

Em que:

Pi – precipitação diária (mm);

DP – Dia parado.

Na rotina de cálculo foi incluída uma restrição para DP ser menor ou igual a 1,0 (DP≤1,0), aplicado nos casos de um dia com chuva acima de 5mm, sendo que no dia anterior a chuva foi superior a 10mm.

No quadro **Considerar dados do período** **(1)** deve-se informar o período de anos considerado para análise indicando o ano inicial e final da série.

No quadro **Critérios** **(2)** constam os valores de precipitação e dias parados estabelecidos por Mattos. O usuário pode alterar os valores das células destacadas em amarelo (Figura 34). Ao clicar em **Calcular** **(3)** o programa exibe as tabelas com os valores de dias parados (dp) **(4)**, e ainda os valores médios, mínimos e máximos mensais e anuais destas variáveis **(5)**.

8 Aba Índice de Concentração

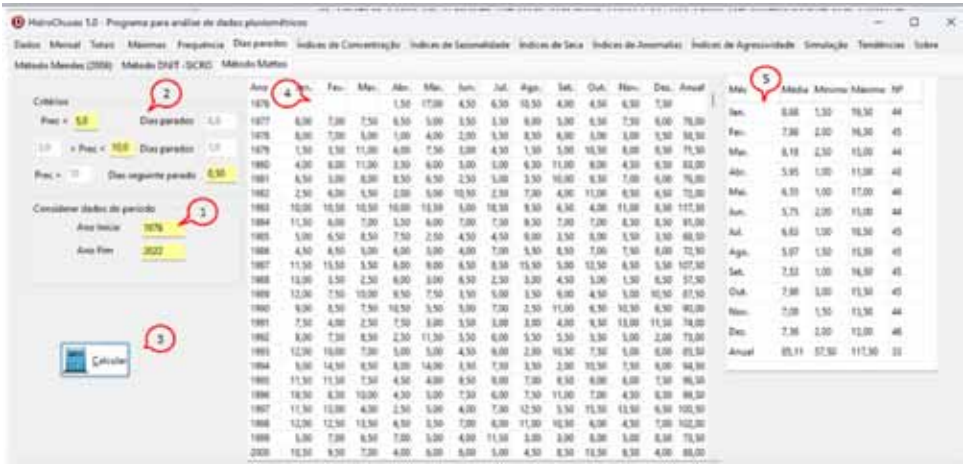


Figura 34. Tela Dias parados pelo Método Mattos do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nesta aba constam rotinas para calcular os diversos índices de concentração da chuva.

8.1 Aba IC – índice de concentração de chuva diária

Esta rotina calcula o índice de concentração da chuva diária segundo metodologia de Martin-Vide (2004). No quadro **Opções de cálculo (1)** (Figura 35) deve-se definir o intervalo de classes, sendo o valor padrão 1,0mm **(2)**. Ainda há opções **(3)** para considerar os dados do ano inteiro, ou considerar os dados somente do mês especificado (1 para janeiro, 2, fevereiro e assim até 12 para dezembro) ou ainda do trimestre (1 para janeiro a março, 2 para abril a junho, 3 para julho a setembro e 4 para outubro a dezembro).

Deve-se definir o período de dados considerados informando o ano de início e ano final da série **(4)**.

Ao clicar em **Calcular IC (5)** o programa realiza os cálculos apresentando a tabela **(6)** com os valores, e os resultados parciais no quadro **Resultados (7)**, exibindo ainda o gráfico **(8)**.

Pode-se ainda determinar a contribuição do percentual (PP) de dias mais chuvosos na precipitação total, informando o percentual no quadro **Outro valor de PP (9)**, e ao clicar em **Calcular PP (10)** o programa exibe os resultados **(11)**.

No quando **Opções do gráfico (12)** pode-se selecionar visualizar os valores

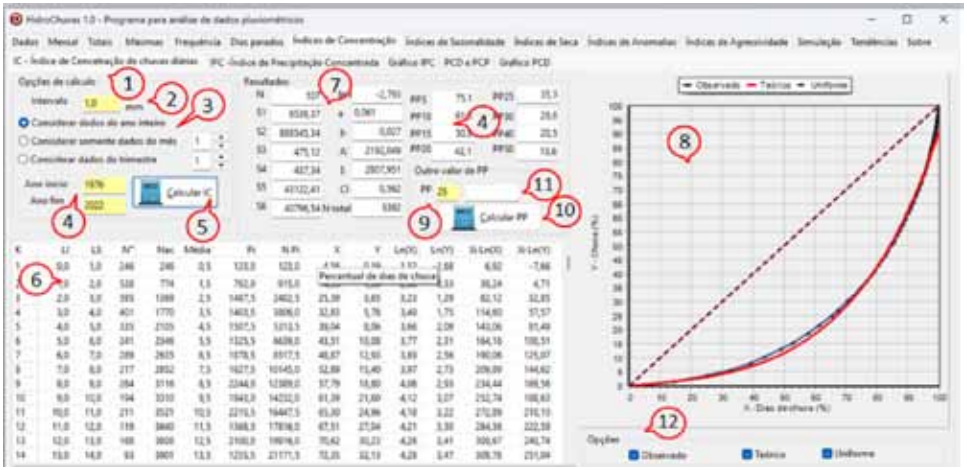


Figura 35. Tela para cálculo do IC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

observados, a curva teórica e a linha da distribuição uniforme.

8.2 Aba IPC – índice de concentração de precipitação

Nesta aba é realizado o cálculo do Índice de Concentração de Precipitação (ICP) proposto por Oliver (1980), baseado nos totais mensais de precipitação, que devem previamente ser calculadas na aba **Mensal**.

No quadro **Considerar dados do período** (Figura 36) deve-se informar o ano de início e final da análise **(1)**. Ao clicar em **Calcular (2)** o programa exibe a tabela **(3)** com os valores de ICP anual, por semestre e por trimestre para cada ano da série de dados mensal predefinida.

No quadro **Cálculo com as médias (4)** mensais são exibidos os valores médios de precipitação e ICP por trimestre, semestre a anual, calculados a partir das médias mensais de precipitação considerando toda a série.

No quadro **Médias das séries (5)** têm-se os valores de médias de ICP para cada série e sua classificação.

8.3 Aba gráfico ICP

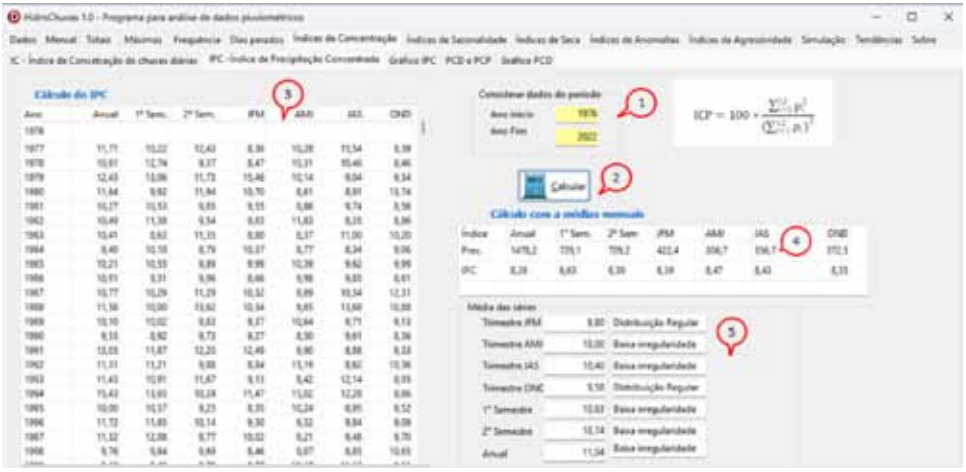


Figura 36. Tela para cálculo do ICP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na Aba **Gráfico ICP** consta a figura com as séries de valores de ICP e a classificação destes valores (Figura 35). No quadro **Opções do gráfico** pode-se optar pelas séries de ICP anual, por semestre ou trimestre **(1)**. Ainda existem opções para exibir as classes **(2)** e as linhas com seus respectivos limites **(3)**, facilitando a interpretação. O usuário pode ainda alterar os valores dos limites de classe **(4)** que o programa refaz o gráfico **(5)** e atualiza a classificação com esses novos valores **(6)**.

8.4 Aba PCD e PCP

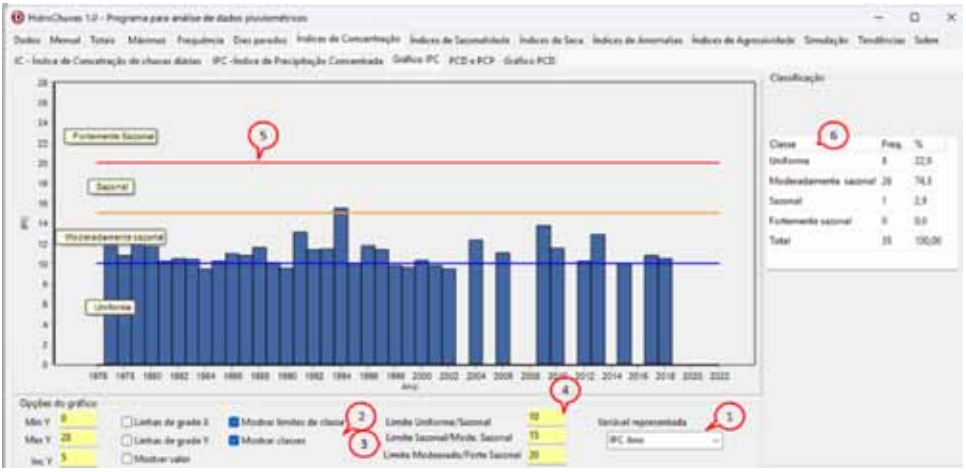


Figura 37. Tela Gráfico do ICP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nesta tela constam as rotinas para cálculos dos índices “Grau de Concentração de Precipitação” (*Precipitation Concentration Degree* – PCD ou GPC) e “Período de Concentração da Precipitação” (PCP), conforme descrito em Li *et al*. (2011). O cálculo é realizado baseado nos totais mensais de precipitação, que devem previamente ser calculados na aba **Mensal**. Ao clicar em **Calcular** **(1)** o programa exibe a tabela **(2)** com os valores de PCP, PCD e o respectivo mês, para cada ano (Figura 38).

Também é exibida uma tabela com as frequências absolutas e relativas **(3)** das ocorrências para cada mês e o gráfico em colunas **(4)** com esses dados. No quadro **Opções do Gráfico** **(5)** podem-se alterar alguns parâmetros do gráfico.

No quadro **Com as médias mensais** **(6)** são exibidos os valores de PCP, PCD e o mês calculado a partir das médias mensais.

8.5 Aba gráfico PCD

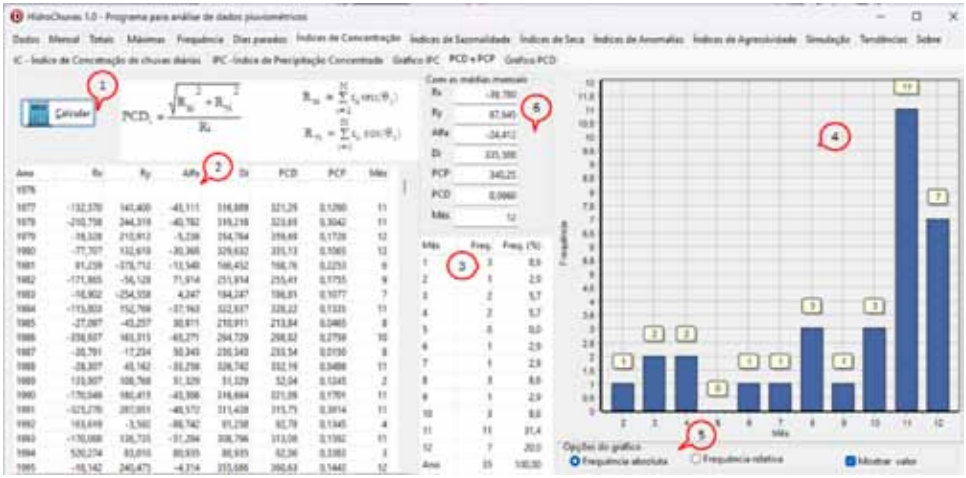


Figura 38. Tela Gráfico do IPC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nesta tela consta a rotina para a definição do gráfico de série de valores de PCD bem como sua classificação (Figura 39). No quadro **Formatação do gráfico** **(1)** existem várias opções para formatação do gráfico **(2)** e definição dos limites de classe que podem ser alterados. Também é exibida a classificação **(3)** dos valores.

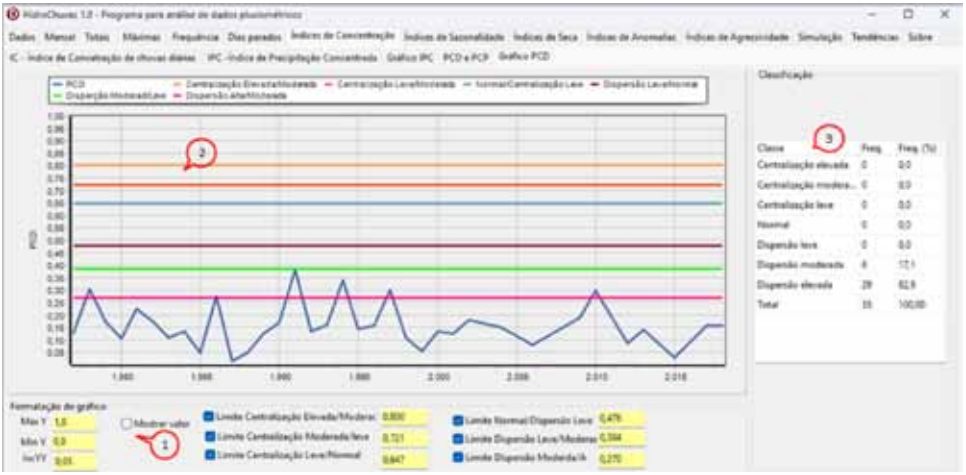


Figura 39. Tela Gráfico do PCD no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

9 Aba Índices de Sazonalidade

Nesta aba constam as rotinas para cálculo do Índice de Sazonalidade da Precipitação (ISP), conforme descrito por Walsh e Lawler (1981), e do Índice de Irregularidade Temporal (SI) proposto por Martin-Vide (2003).

9.1 Aba índice de sazonalidade da precipitação (ISP)

Para o cálculo do ISP (Figura 40) deve-se informar o ano de início e final da análise **(1)**. Ao clicar em **Calcular (2)** o programa exibe a tabela **(3)** com os valores mensais de precipitação, apresentando ainda os valores anuais de ISP.

No quadro **Estatística descritiva** são exibidos os valores das estatísticas descritivas das séries mensais e anual de precipitação e do ISP. Também é apresentada a tabela **(4)** com as frequências de valores anuais de ISP nas diferentes classes **(5)**. Clicando no botão **Gráfico ISP (6)** é exibida uma tela auxiliar com o gráfico do ISP (Figura 41). No quadro **Formatação do gráfico (1)** constam opções de formatação do gráfico **(2)**.

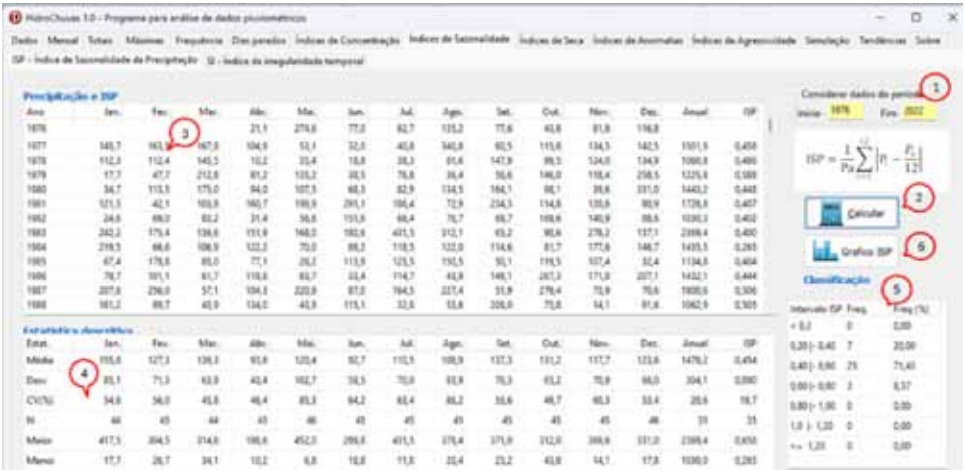


Figura 40. Tela para cálculo do ISP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 41. Tela Gráfico do ISP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

9.2 Índice de irregularidade temporal (SI)

Para o cálculo do índice de irregularidade temporal (SI) (Figura 42), no quadro **Opções (1)** deve-se selecionar o intervalo de dados considerado entre as opções Mensal, Bimestral, Trimestral, Quadrimestral, Semestral e Anual. Também, deve-se informar o

valor atribuído para possíveis valores nulos **(2)**, sendo indicado o valor (1,0mm). Ao clicar em **Calcular (3)** o programa exibe os valores na tabela **(4)** e os valores médios no quadro **Resumo (5)**.

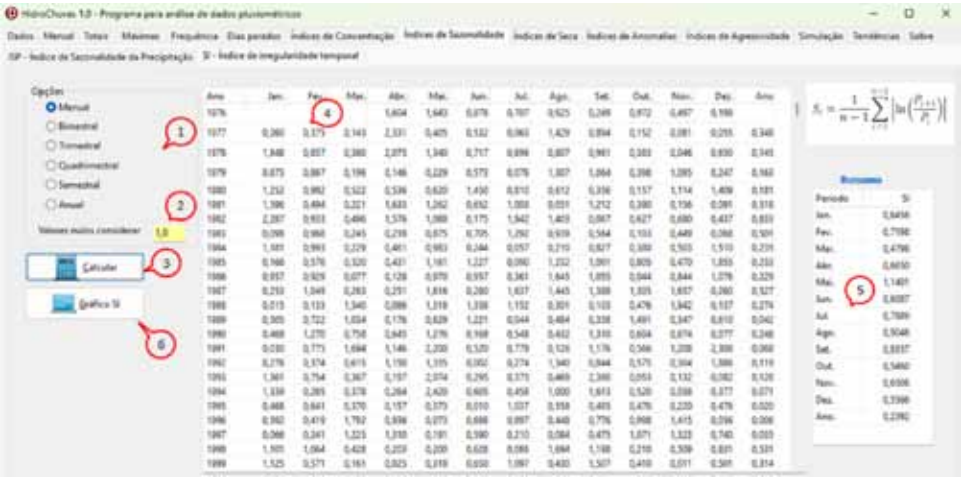


Figura 42. Tela para cálculo do Índice de irregularidade de precipitação (SI)
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico SI (6)** o programa exibe a tela auxiliar com o gráfico das séries do índice SI (Figura 43). No quadro **Formatação do Gráfico** pode-se selecionar entre exibir a série para cada mês ou a série contínua. Ainda é possível alterar os limites das escalas do gráfico e exibir ou ocultar as classes e limites de classe.

Figura 43. Tela Gráfico de SI
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** é possível alterar os valores dos limites das classes (destacados em cor amarela) e verificar a classificação da série selecionada (Figura 44). Ao alterar os limites, o programa atualiza a classificação.

Figura 44. Tela Classificação do índice SI
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10 Aba Índices de Seca

Na aba índices de seca constam as rotinas para cálculos de oito índices usados para caracterizar a seca climatológica.

10.1 Aba IPP (SPI)

Na Rotina IPP (SPI) é calculado o Índice de Precipitação Padronizado ou S*tandardized Precipitation Index*" (SPI) desenvolvido por Mckee, Doesken e Kleist (1993).

No quadro **Considerar dados do período** (Figura 45) deve-se informar o ano de início e final da análise **(1)**. No quadro **Selecione o período (2)** podem-se selecionar diferentes intervalos para agrupamento de dados, incluindo por pêntadas (5dias), decêndios (10 dias) quinzenas (15 dias) mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral e anual.

Nos intervalos inferiores a um mês, o último período do mês é variável, de acordo com o número de dias do mês. Assim, para pêntadas, a última pêntada de cada mês vai do dia 26 até o último dia do mês (30 ou 31, ou 28 ou 29 para o caso de fevereiro).

No quadro **Estimativa dos parâmetros (3)** constam as opções para estimativa pelo Método dos Momentos e o Método da Máxima Verossimilhança.

Ao clicar em **Calcular (4)** o programa apresenta a tabela **(5)** com os dados de precipitação, os parâmetros da distribuição (alfa e beta), valores das variáveis H e t e o índice IPP para o período.

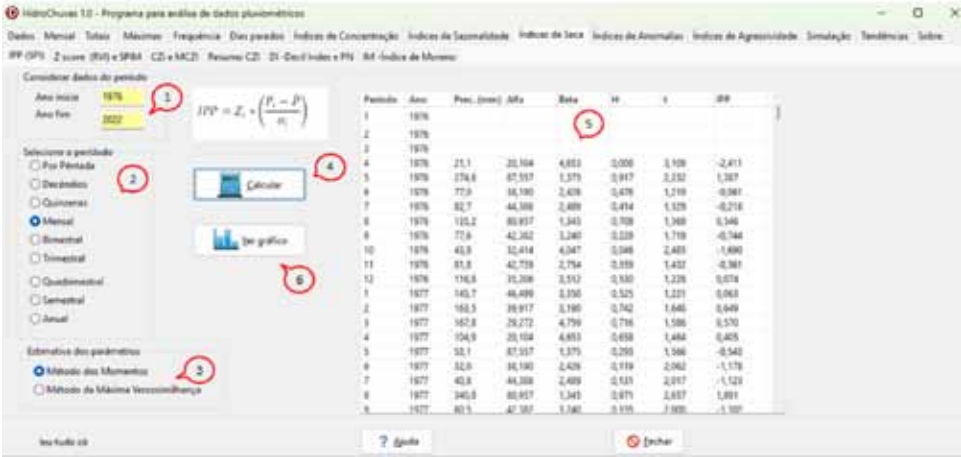


Figura 45. Tela para cálculo do IPP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico IPP** (**6**) o programa exibe a tela auxiliar (Figura 46) com o gráfico das séries de valores de IPP e a classificação dos valores.

No quadro **Formatação do Gráfico** pode-se selecionar entre as opções de exibir os valores com a série por mês **(1)**, indicando a série a ser exibida, ou mostrar a série contínua **(2)**. Também constam opções para definir os valores mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal **(3)** e exibir as classes **(4)**.

Figura 46. Tela Gráfico IPP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** podem-se definir os limites de classe considerados para a classificação (Figura 47). No quadro **Opções de classificação** **(1)** constam as opções de exibir as classes originais **(2)**, ou estabelecidas pela Embrapa **(3)** ou usadas pelo Inpe **(4)**. Para cada uma dessas classificações ainda é possível alterar os limites de classe. A cada alteração o programa atualiza a tabela de classificação **(5)**.

Figura 47. Tela classificação do IPP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10.2 Aba índices Zscore e SPIM

Nesta aba constam as rotinas para cálculos dos índices Zscore (WMO, 1975; Gocic; Trajkovic, 2013) e Índice Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM) (Almeida; Silva, 2008) (Figura 48). No quadro **Opções** deve-se definir o intervalo de agrupamento considerado **(1)**, entre as opções mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual. Ao clicar em **Calcular** **(2)** o programa exibe a tabela **(3)** com os valores da média, desvio padrão e mediana para cada período, e ainda tabela **(4)** com os valores de precipitação e os índices Z-Index e SPIM.

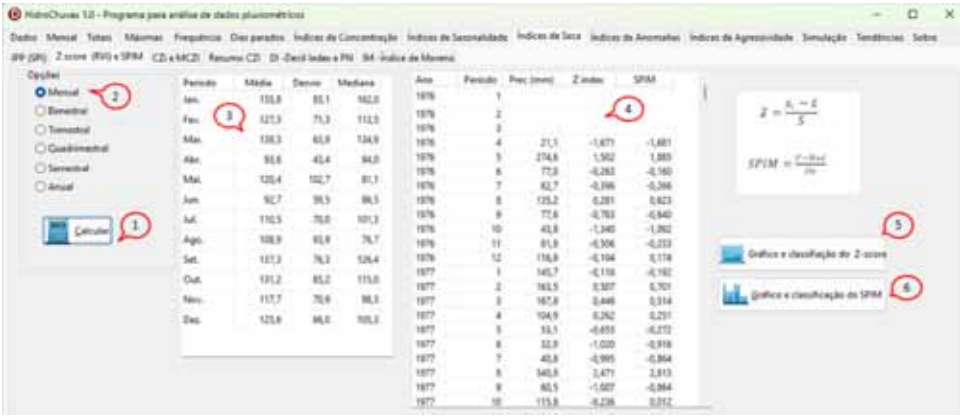


Figura 48. Tela para cálculo dos índices Zscore e SPIM no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico e Classificação Zscore (5)** o programa exibe a tela auxiliar (Figura 49) com o gráfico e a classificação. No quadro **Formatação do gráfico** da aba **Figura** pode-se selecionar entre exibir a série para cada mês **(1)** ou mostrar a série contínua **(2)**. Ainda constam as opções para exibir as linhas com limites de classe **(3)**, o valor e o nome das classes. Podem-se alterar os valores mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal **(4)**.

Figura 49. Tela com o gráfico dos índices Zscore ou SPIM no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 50) constam as opções de classificação originais **(1)** ou adotadas pelo WMO (1975) **(2)**. Ao selecionar **(3)** o tipo de classificação o programa atualiza a classificação **(4)** e a figura. Ainda podem-se alterar os limites de classe nos quadros **Limites de classes originais** e **WMO (1975**), alterando os valores das células destacadas em cor amarela.

Figura 50. Tela para classificação dos índices Zscore ou SPIMP no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10.3 Aba índice CZi e MCZI

Nesta aba constam as rotinas para os cálculos dos índices Z da China (CZI) (Kendall e Stuart, 1977) e *Modified China Z Index* (MCZI) conforme proposto por Wu *et al.* (2001). Os cálculos são realizados com base nos valores mensais de precipitação, e dessa forma, é necessário primeiramente calcular os totais mensais na aba **Mensal**.

Ao clicar em **Calcular (1)** (Figura 51) o programa exibe os valores da estatística descritiva na tabela **Estatísticas (2)** e os valores de precipitação e índices CZi e MCZI com a respectiva classe na tabela **Valores calculados e classificação (3)**. Ao clicar em **Gráfico CZI e MCZI (4)** o programa exibe uma tela auxiliar (Figura 51) com o gráfico dos valores destes índices.

Figura 51. Tela para cálculo dos índices CZi e MCZI no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês **(1)** ou a série total **(2)**. Ainda existem opções para exibir as linhas com os limites de classe **(3)**, os valores dos índices e as classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal **(4)**. No quadro **Opções de índice (5)** pode-se optar por visualizar o índice CZI ou MCZI.

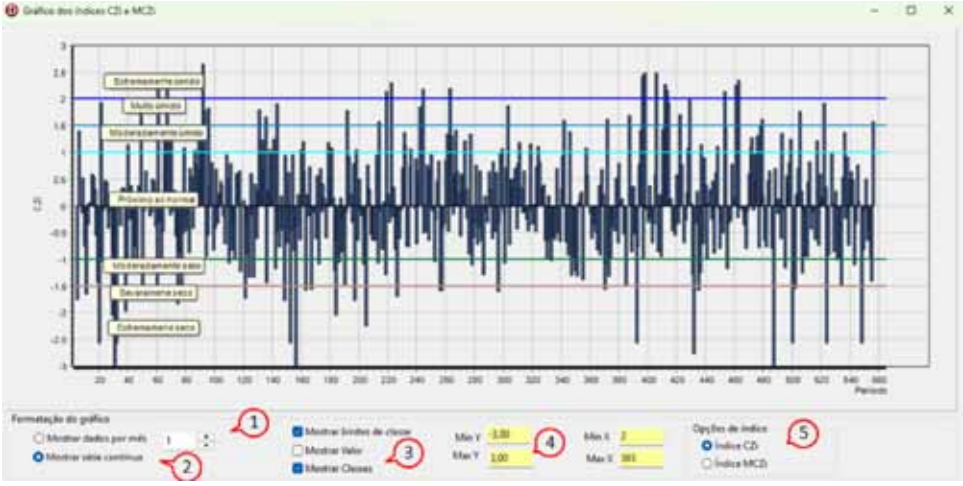


Figura 52. Gráfico cálculo dos índices CZi e MCZI no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10.4 Aba resumo CZI

Na aba **Resumo CZI** são apresentadas as tabelas com as frequências de valores de CZI e MCZI em cada classe (Figura 53).

Figura 53. Tela Resumo dos índices CZi e MCZI no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10.5 Aba DI – Decil Index e PN

Nesta aba constam as rotinas para definição dos índices de seca baseados nos Decis (Coughlan, 1987) e também índice baseado na Porcentagem do Normal (PN) (Fernandes *et al.*, 2009) (Figura 54).

No quadro **Opções (1)** deve-se selecionar o intervalo de agrupamento (entre mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual). No quadro **Cálculo da PN baseado na (2)** pode-se optar por calcular o índice PN baseado na média ou na mediana. Caso seja selecionada a mediana devem-se informar os valores na tabela **Estatística (3).**

Ao clicar em **Calcular (4)** o programa exibe na tabela **Estatísticas (5)** os valores de Decil para cada período selecionado. Na tabela **Valores dos índices** são exibidos **(6)** os valores de precipitação e dos índices Decil **(7)** e PN **(8)**.

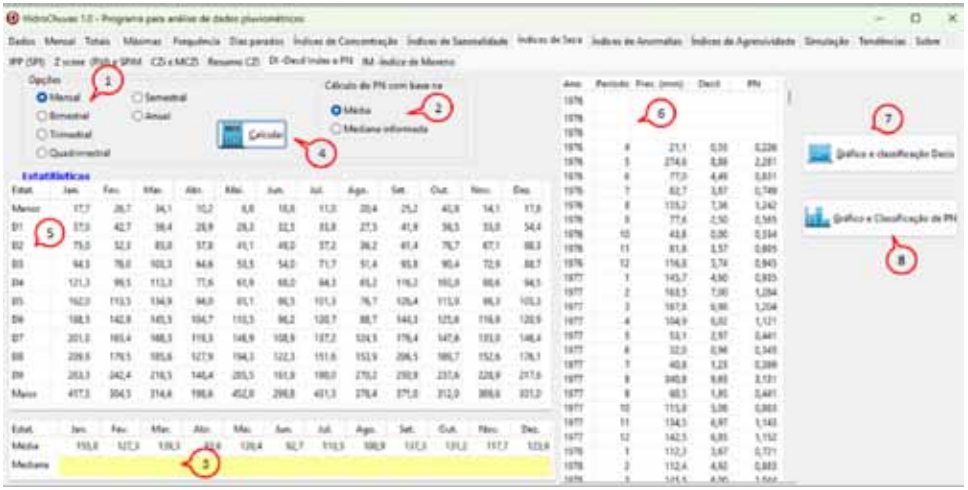


Figura 54. Tela para cálculo dos índices Decil e PN no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico e classificação Decis (7)** o programa exibe uma tela auxiliar com o gráfico e a classificação do índice Decil (Figura 55). No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir as linhas com os limites de classe, os valores dos índices e as classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

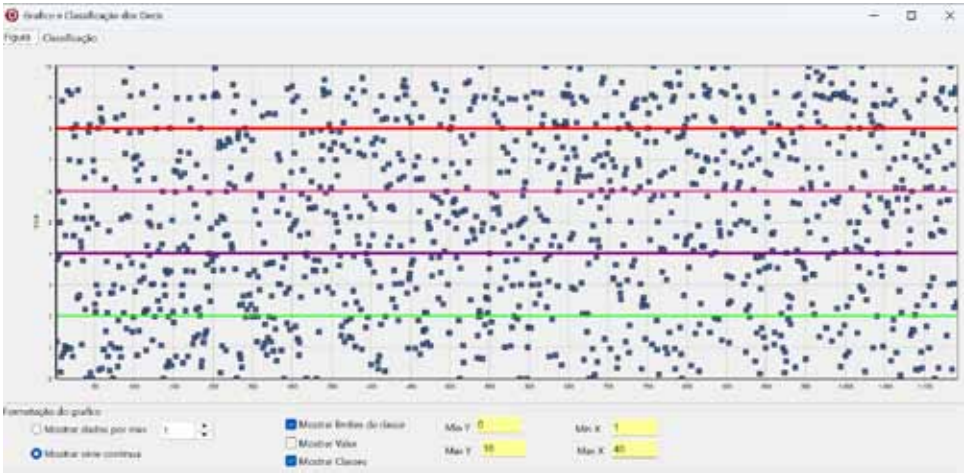
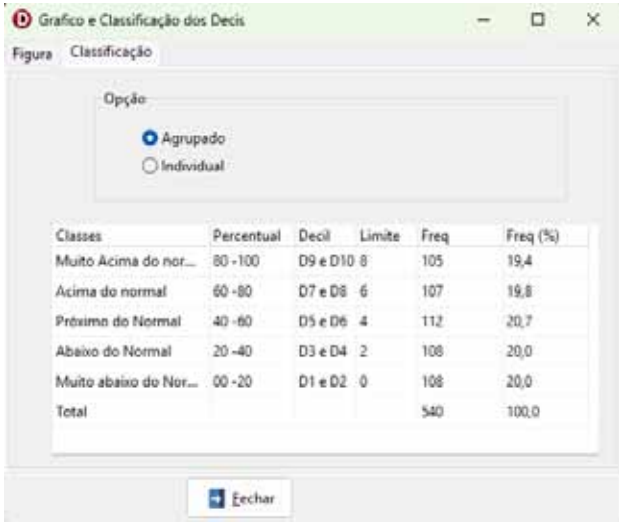


Figura 55. Gráfico Decil no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** são apresentadas as tabelas de classificação dos decis de forma agrupada (a cada dois decis) e individualmente para cada decil (Figura 56).



Classes	Percentual	Decil	Limite	Freq	Freq (%)
Muito Acima do nor...	80 -100	D9 e D10	8	105	19,4
Acima do normal	60 -80	D7 e D8	6	107	19,8
Próximo do Normal	40 -60	D5 e D6	4	112	20,7
Abaixo do Normal	20 -40	D3 e D4	2	108	20,0
Muito abaixo do Nor...	00 -20	D1 e D2	0	108	20,0
Total				540	100,0

Figura 56. Tela para classificação dos valores de Decil
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico e classificação PNs** o programa exibe uma tela auxiliar com o gráfico e a classificação do índice PN (Figura 57). No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir as linhas com os limites de classe, os valores dos índices e as classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

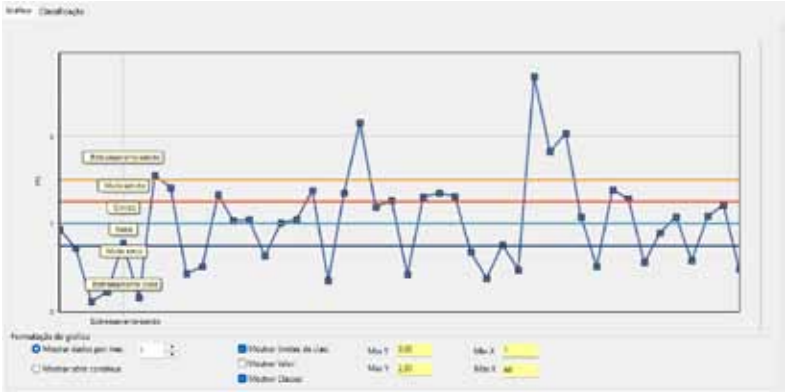


Figura 57. Tela com o gráfico dos valores de PN
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 58) pode-se alterar o número de classes e informar os respectivos valores de Limite de Classe, que o programa atualiza a classificação.

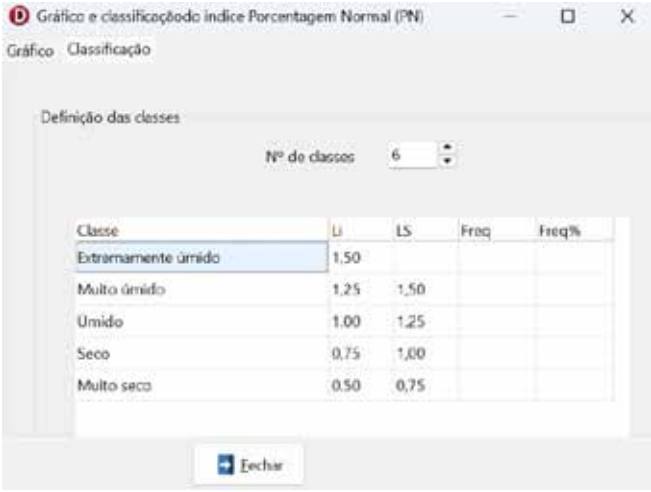


Figura 58. Tela com a classificação dos valores de PN
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

10.6 Aba IM – Índice de Moreno

Na aba **IM–Índice de Moreno** consta a rotina para o cálculo do Índice de Moreno (Moreno, 1994) (Figura 59). Os cálculos são realizados com base nos totais mensais, e dessa forma, é necessário previamente ter calculado os totais mensais na aba **Mensais**.

No quadro **Opções (1)** pode-se selecionar por considerar o período Trimestral ou Semestral. Ao clicar em **Calcular (2)** o programa exibe os valores das médias de cada período na tabela **Médias (3)** e os valores de precipitação e IM para cada período da série selecionada **(4)**. Também é exibida uma figura **(5)** com as frequências de valores nas classes 1 a 4. No quadro **Opções do gráfico (6)** podem-se selecionar as séries a ser representadas no gráfico. Na tabela **Classificação (7)** é apresentada a frequência de ocorrência de valores em cada uma das classes para cada período considerado.

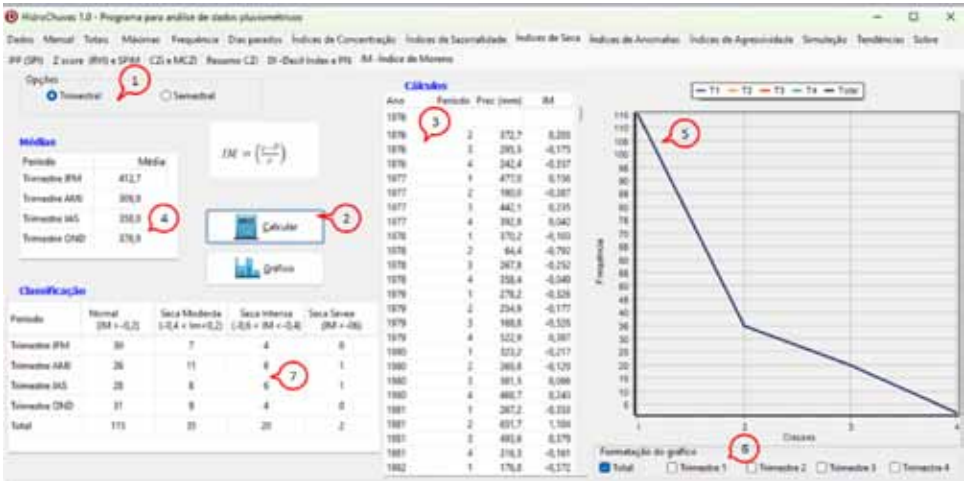


Figura 59. Tela para cálculo do índice de Moreno
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico e Classificação do IM** é exibida uma tela auxiliar (Figura 60) com o gráfico e a classificação do IM. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir as linhas com os limites de classe, os valores dos índices e as classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

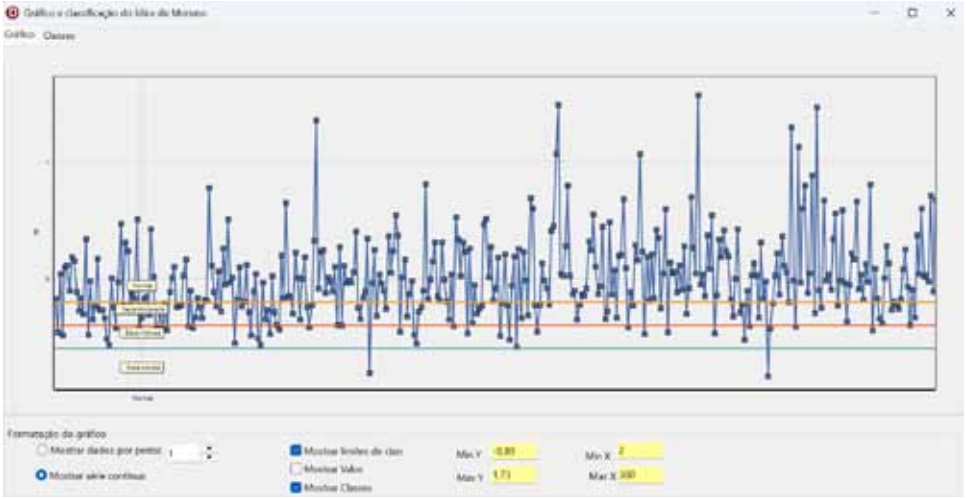


Figura 60. Tela Gráfico do índice de Moreno
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** é apresentada a tabela com as classes e frequências relativas e absolutas de valores de IM da série definida nas **Opções do gráfico** em classe (Figura 61).

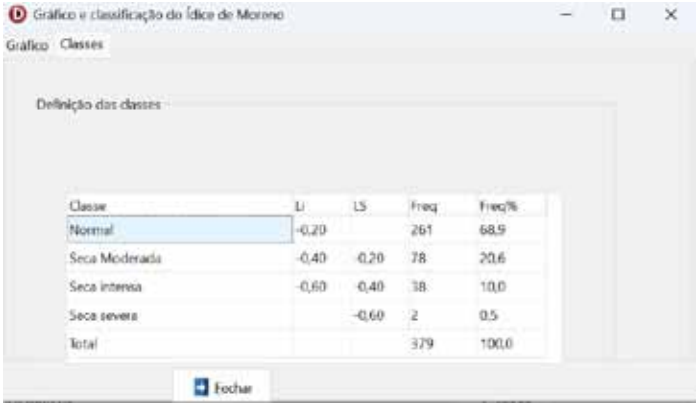


Figura 61. Tela Gráfico do índice de Moreno
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

11 Aba Índices de Anomalia

Nesta aba constam as rotinas para determinação dos oito índices utilizados para caracterizar a anomalia da chuva.

11.1 Aba IAC – índice de anomalia de chuva

Nesta aba constam as rotinas para o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy (1965). Como este cálculo é baseado nos totais mensais, é necessário previamente, na Aba **Mensal,** calcular os totais mensais**.**

No quadro **Opções** (Figura 62) pode-se selecionar o período de agrupamento entre as opções mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual. Ao clicar em **Calcular,** o programa exibe os valores da precipitação total, da média, da média dos 10 maiores valores (M), média dos 10 menores valores (m) e o valor de IAC para cada período. Também é exibida a tabela com a classificação dos valores de IAC.

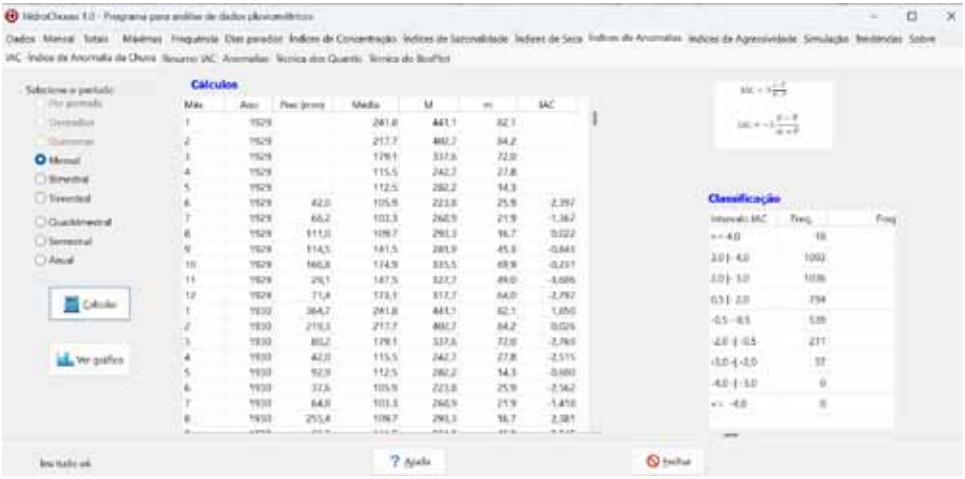


Figura 62. Tela para cálculo do IAC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico,** é exibida uma tela auxiliar com o gráfico e a classificação do IAC (Figura 63). No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir as linhas com os limites de classe, os valores dos índices e as classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

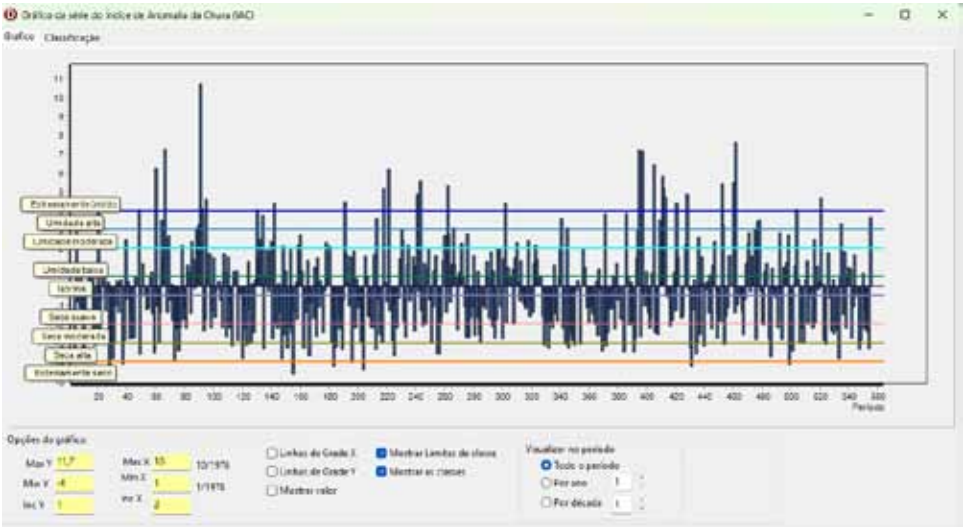


Figura 63. Gráfico do IAC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba Classificação (Figura 64) pode-se selecionar classificar os valores de acordo com as classes originais ou adotando as classes e limites indicados por Freitas (2004) ou Santos, Ruezzene e Souza (2022).

Figura 64. Classificação do IAC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

11.2 Aba resumo IAC

Nesta aba (Figura 65) constam as tabelas com os 10 maiores valores e 10 menores valores da série.

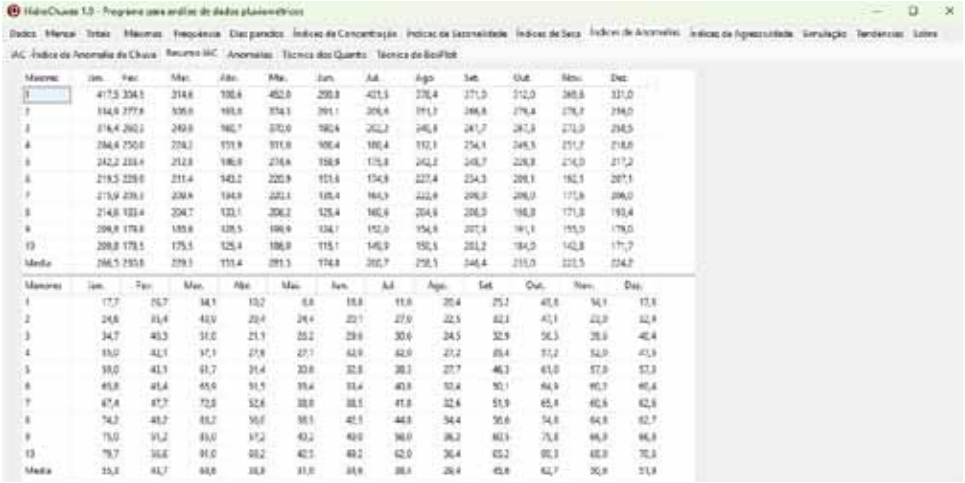


Figura 65. Aba resumo IAC no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

11.3 Aba anomalias

Nesta tela constam as rotinas para calcular os índices de anomalias Anomalia (A) (Chu, 1983), Anomalia Normalizada (AN), Ano Padrão (AP) (Monteiro; Furtado, 1995), Porcentagem Normal (PN) (Fernandes *et al.,* 2009) e índice de Porcentagem Normal (IPN) (Cunha; Haas; Assad, 1988).

No quadro **Opções** (Figura 66) pode-se selecionar o período de agrupamento entre as opções mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual. Ao clicar em **Calcular,** o programa exibe os valores da média e desvio padrão de cada período na tabela **Resumo** e os valores de precipitação e índices de anomalia da série na tabela **Cálculos**.

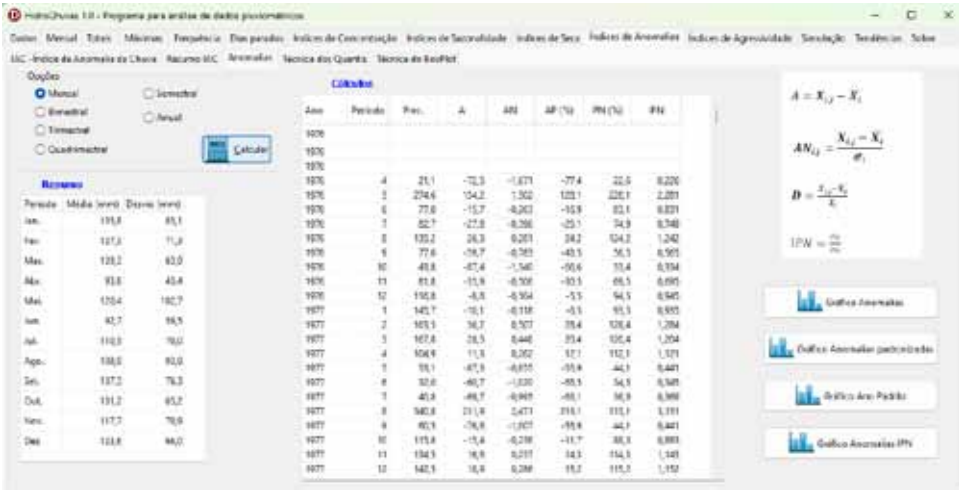


Figura 66. Aba para cálculo dos índices de anomalia no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico Anomalias** é exibida a tela auxiliar (Figura 67) com o gráfico dos valores de anomalias de chuva. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir os valores dos índices, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

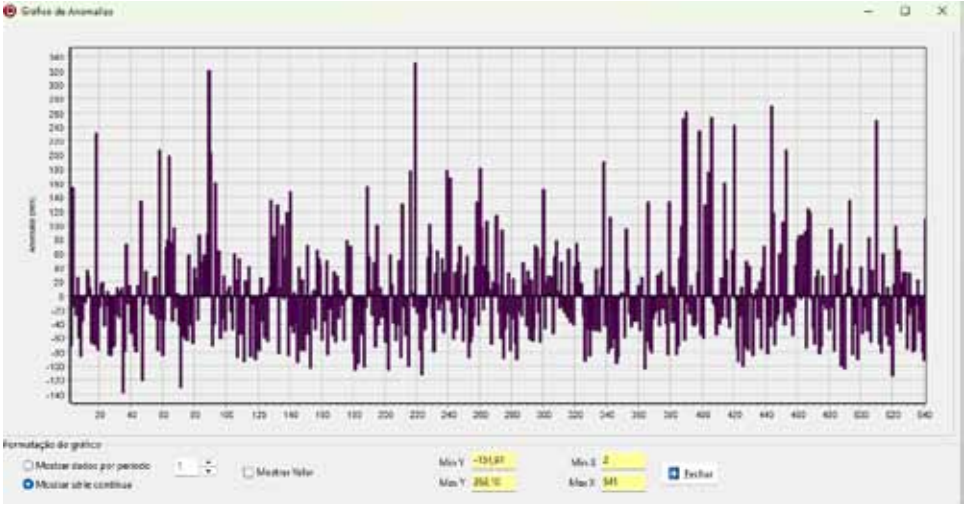


Figura 67. Gráfico de anomalias no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico Anomalias Normalizadas** é exibida a tela auxiliar (Figura 68) com o gráfico dos valores de anomalias de chuva. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir os valores dos índices, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

Figura 68. Gráfico de Anomalias Normalizadas HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico Ano Padrão** é exibida a tela auxiliar (Figura 69) com o gráfico com os valores de anomalias AP. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir os valores dos índices, limites das classes e valores das classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

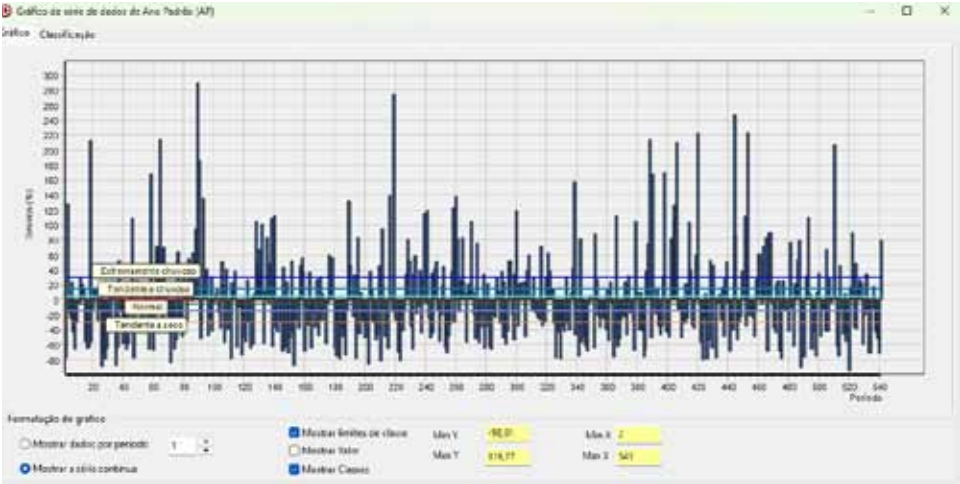


Figura 69. Gráfico de Ano Padrão no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 70) pode-se optar pela classificação de Santos, Ruezzene e Souza (2022) ou Fernandes *et al.* (2009). Ainda é possível alterar os limites dessas classes e adaptar a classificação a critério do usuário. A cada alteração o programa atualiza a classificação e o gráfico.

Figura 70. Tela para classificação dos valores de Ano Padrão no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico PN** é exibida a tela auxiliar (Figura 71) com o gráfico com o valores de anomalias PN. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se selecionar entre a exibição da série de valor para cada mês ou a série total. Ainda existem opções para exibir os valores dos índices, limites das classes e valores das classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

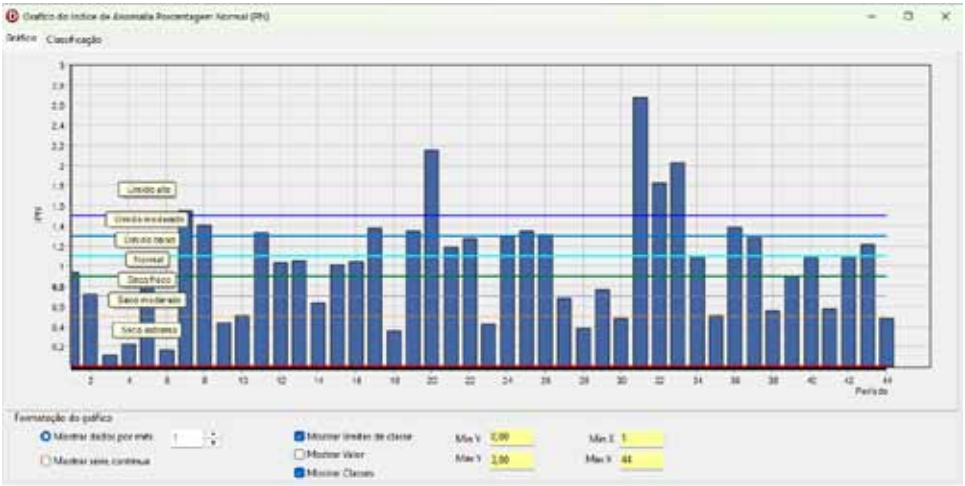


Figura 71. Gráfico do índice PN no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 72) pode-se optar pela classificação original ou adotar a classificação segundo Cunha (2008). Ainda é possível alterar os limites dessas classes e adaptar a classificação a critério do usuário. A cada alteração o programa atualiza a classificação e o gráfico.

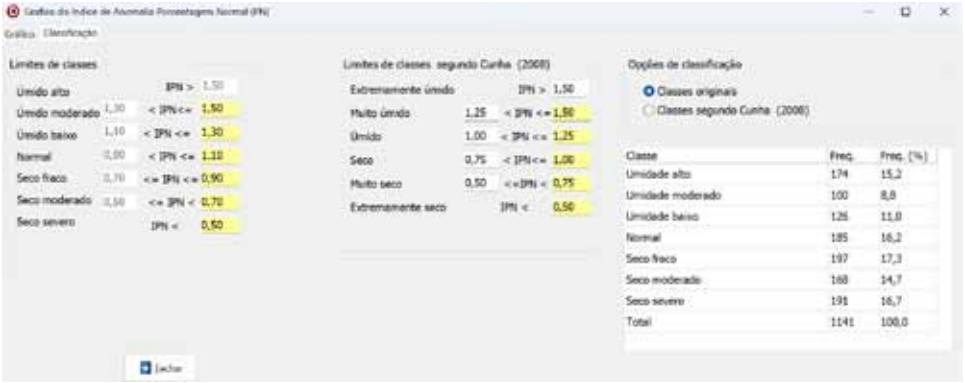


Figura 72. Tela para classificação dos valores de PN no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

11.4 Aba técnica dos quantis

Nesta aba constam as rotinas para calcular as anomalias pela técnica dos quantis descrita em Silvestre, Sant`Anna Neto e Flores (2013). Como os dados são baseados nos valores mensais deve-se previamente calcular os totais mensais na aba **Mensal**. No quadro **Opções** (Figura 73) pode-se selecionar o período de agrupamento entre as opções mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual.

No quadro **Opção para Quantis** deve-se selecionar o critério a ser adotado para a definição dos quantis. No método proposto por Sena, Morais Neto e Lucena (2019), consideram-se sete classes com os limites superiores de 5, 15, 35, 65, 85, 95 e 100%, respectivamente. No critério dos decis são 10 classes com limites igualmente distribuídos entre 10 e 100%. Ainda há a opção de definir os valores, e neste caso, o programa exibe o quadro para a definição do número de classes e o usuário deve digitar os valores do limite superior de cada classe diretamente na Tabela **Critérios**.

Ao clicar em **Calcular** o programa exibe os valores da precipitação e a respectiva classe para cada período.

Figura 73. Tela para aplicação da Técnica dos Quantis no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

11.5 Aba técnica do BoxPlot

Nesta aba constam as rotinas para calcular as anomalias pela técnica do BoxPlot, conforme descrito em Galvani e Luchiari (2004). Como os dados são baseados nos valores mensais deve-se previamente calcular os totais mensais na aba **Mensal**. No quadro **Opções (**Figura 74) pode-se selecionar o período de agrupamento entre as opções mensal, bimestral, trimestral, quadrimestral, semestral ou anual.

Ao clicar em **Calcular** o programa exibe os valores da precipitação e a respectiva classe para cada período. Na tabela **Estatísticas** são apresentados os valores característicos do BoxPlot. Na tabela **Critérios** são apresentados os valores do limite superior para as cinco classes definidas por essa técnica. No quadro **Resumo** são apresentadas as frequências de valores em cada classe.

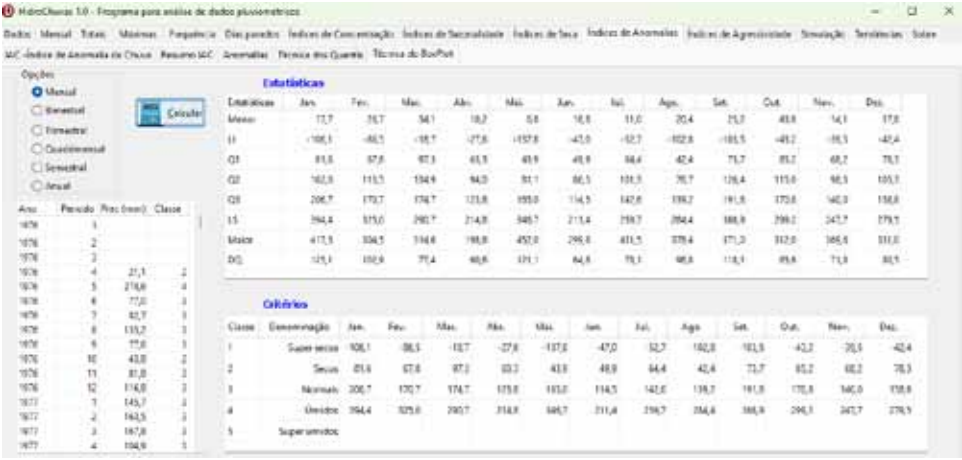


Figura 74. Tela para aplicação da técnica do BoxPlot no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

12 Aba Índices de Agressividade

Nesta aba constam as rotinas para os cálculos dos índices de agressividade e erosividade da chuva. A aba **Índices de Agressividade IF, IFM e IET** (Figura 75) contém rotinas para o cálculo do Índice de Fournier (IF) desenvolvido por Fournier (1960), Índice de Fournier Modificado (IFM), proposto por Arnoldus (1980), Índice de Concentração da Precipitação (ICP) e Índice de Erosividade Total (IET), conforme descritos por com Baecheler e Bravo (2019).

Ao clicar em **Calcular** o programa exibe na tabela **Cálculos** os valores anuais dos índices IF, IFM, ICP, IET. Exibe ainda na tabela **Médias** os valores mensais de precipitação e IFM. Na tabela **Estatísticas** são apresentadas as médias e menores e maiores valores dos índices. No quadro **Cálculo com as médias** são apresentados os valores dos índices calculados com base nas médias mensais.

Figura 75. Tela para cálculo dos índices IF, IFM e IET no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico IF** é exibida a tela auxiliar (Figura 76) com o gráfico dos valores de IF. No quadro **Formatação do gráfico** existem opções para exibir os valores dos índices, limites das classes e valores das classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

Figura 76. Tela para gráfico e classificação do índice IF no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 77) constam três opções para classificar os valores de IF. O usuário pode ainda alterar os limites das classes e adaptar essas classificações a seu critério. A cada alteração o programa atualiza a classificação e também o gráfico.

Figura 77. Tela classificação do índice IF no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico IFM** é exibida a tela auxiliar (Figura 78) com o gráfico dos valores de IFM. No quadro **Formatação do gráfico** existem opções para exibir os valores dos índices, limites das classes e valores das classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

Figura 78. Tela para gráfico e classificação do índice IFM no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 79) constam três opções para classificar os valores de IFM. Ao alterar essa opção, o programa atualiza a classificação e o gráfico. O usuário pode ainda alterar os limites das classes e adaptar essas classificações a seu critério. A cada alteração o programa atualiza a classificação e também o gráfico.

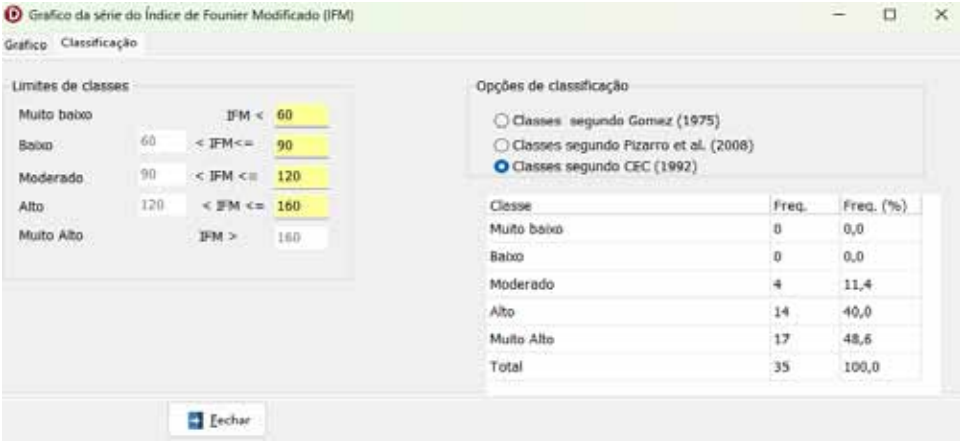


Figura 79. Tela classificação do índice IFM no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar em **Gráfico IET** é exibida a tela auxiliar (Figura 80) com o gráfico com o valores de IET. No quadro **Formatação do gráfico** existem opções para exibir os valores dos índices, limites das classes e valores das classes, bem como definir os limites mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

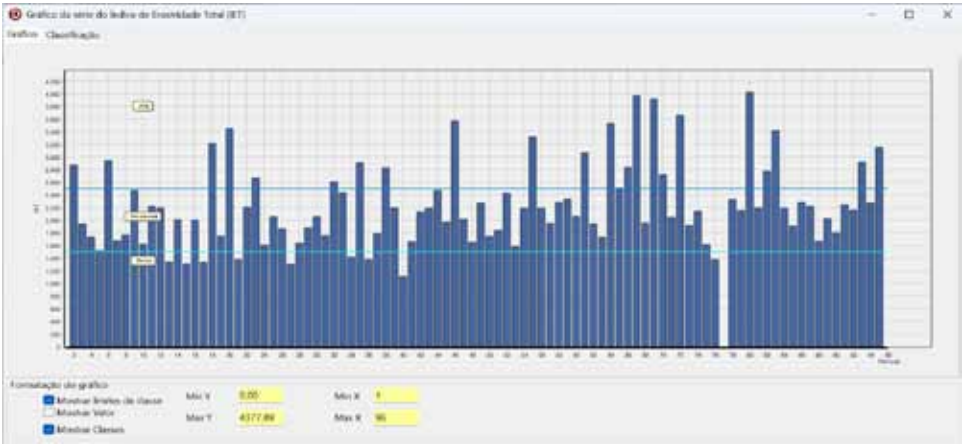


Figura 80. Tela para gráfico e classificação do índice IET no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na aba **Classificação** (Figura 81) é apresentada a frequência de ocorrência de valores anuais de IET nas respectivas classes. O usuário pode ainda alterar os limites das classes e adaptar essas classificações a seu critério. A cada alteração o programa atualiza a classificação e também o gráfico.

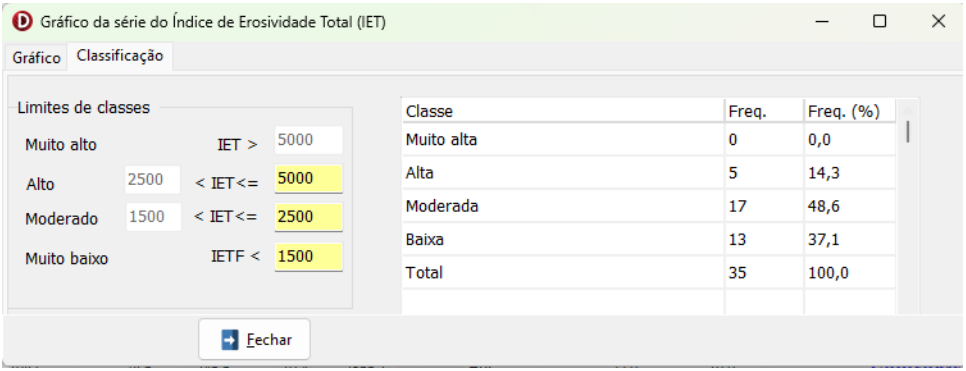


Figura 81. Tela classificação do índice IET no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

12.1 Aba índice de erosividade EI30

Nesta tela constam as rotinas para os cálculos do índice erosividade EI30 (Wischmeier; Smith, 1978), a partir dos valores mensais de precipitação calculados na aba **Mensais**. Para esse cálculo deve-se definir a equação a ser utilizada. Estão cadastradas 90 equações estabelecidas por diversos estudos para o território brasileiro. No quadro **Modelo de equação** (Figura 82) pode-se selecionar o local identificado pelo nome do município **(1)** e estado, e o programa exibe os coeficientes da equação **(2)**, com o modelo (linear ou potencial) **(3)** e a referência do trabalho de onde foi obtida a equação **(4)**.

Ao clicar em **Calcular (5)** o programa exibe na tabela **Cálculos (6)** os valores do índice EI30 para cada mês e ano. Na tabela **Médias (7)** são exibidos os valores médios mensais de precipitação e IFM e ainda os valores de EI30 calculados a partir das médias mensais. Ainda constam botões para chamar telas auxiliares com os gráficos da variação sazonal **(8)** e o gráfico com a série **(9)** de valores de EI30.

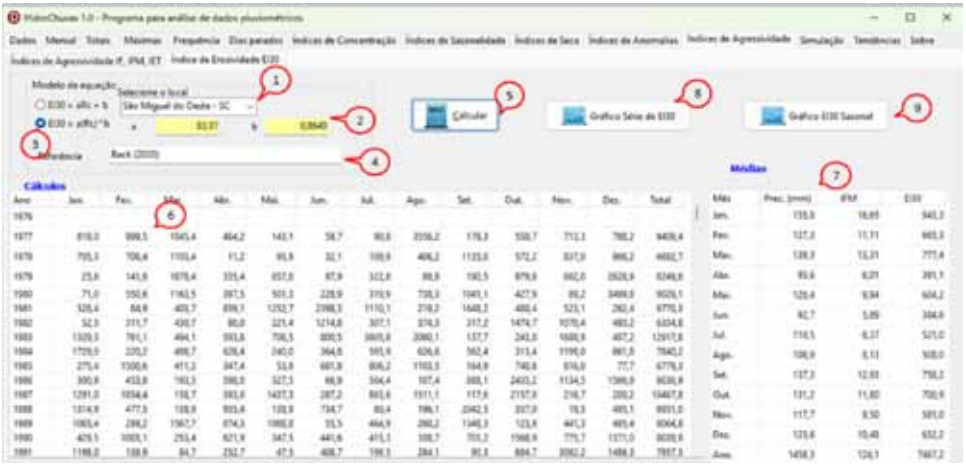


Figura 82. Tela para cálculo do índice EI30 no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar **em Gráfico Série de EI30** o programa exibe uma tela auxiliar (Figura 83) com os valores de EI30 para cada ano e também a classificação na aba **Gráfico.** Na aba **Classificação** (Figura 84**)** é possível verificar a classificação dos valores em diferentes classes. O usuário pode alterar os limites das classes, que o programa atualiza o gráfico bem como a classificação.

Figura 83. Gráfico de série do índice EI30 no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 84. Tela para classificação do índice EI30 no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar no botão **Gráfico EI30 Sazonal** o programa exibe a tela auxiliar com os gráficos da variação sazonal do Índice EI30, bem como a variação anual dos totais de precipitação e erosividade (Figura 85).

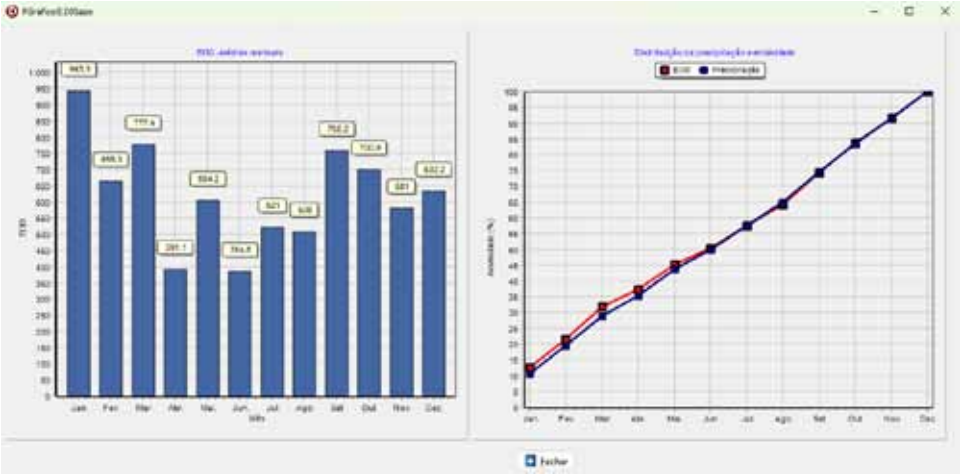


Figura 85. Tela Gráfico EI30 sazonal do HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13 Aba Simulação

Nesta aba constam as rotinas para avaliar a sequência de dias secos e chuvosos por meio das cadeias de Markov, conforme descrito em Back (1997) e Back e Miguel (2017). Também constam rotinas para determinar e modelar a sequência de dias secos e chuvosos, conforme descrito em Back (2017). Ainda consta a rotina para a geração de séries sintéticas de chuva.

13.1 Aba parâmetros de Markov

Nesta aba podem-se determinar os parâmetros da cadeia de Markov de primeira ordem e dois estados. No quadro **Considerar dados do período** (Figura 86), deve-se informar o ano inicial e final da série, e também o valor do limite mínimo de precipitação para o dia ser considerado chuvoso. Ao clicar em **Calcular,** o programa exibe a tabela com os resultados. Ao passar o mouse sobre as colunas o programa exibe uma breve descrição de cada coluna.

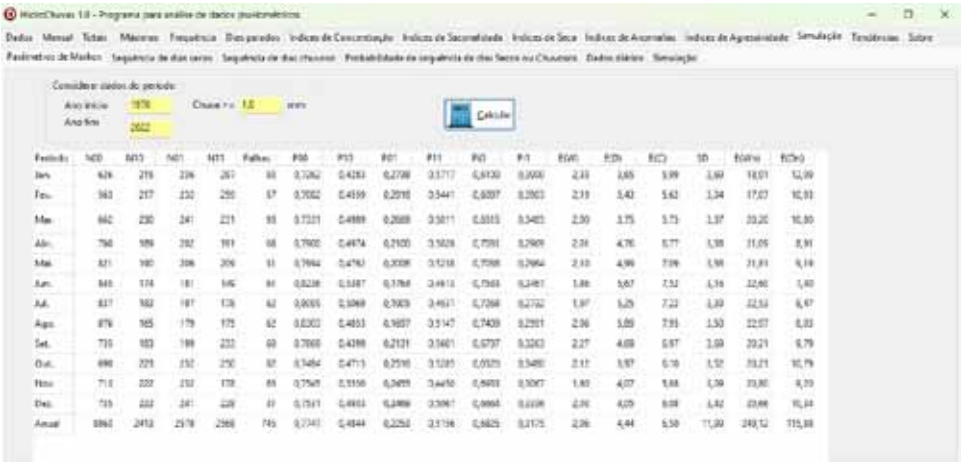


Figura 86. Tela para determinação dos parâmetros da cadeia de Markov
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13.2 Aba sequência de dias secos

Nesta aba podem-se calcular as sequências de ocorrências de dias secos consecutivos. Deve-se selecionar o período de dados da série de chuva obtida na aba **Dados** definindo, no quadro **Considerar dados do período,** o ano inicial e final da série e

também o valor do limite mínimo de precipitação para o dia ser considerado chuvoso. Ao clicar em **Calcular** (Figura 87) o programa apresenta na tabela **Sequências observadas de dias secos** as frequências de ocorrências de N° de dias secos para cada mês, bem como a maior sequência observada na série. Na tabela **frequências observadas de dias secos** é apresentada a frequência acumulada de ocorrência de N dias secos para cada mês.

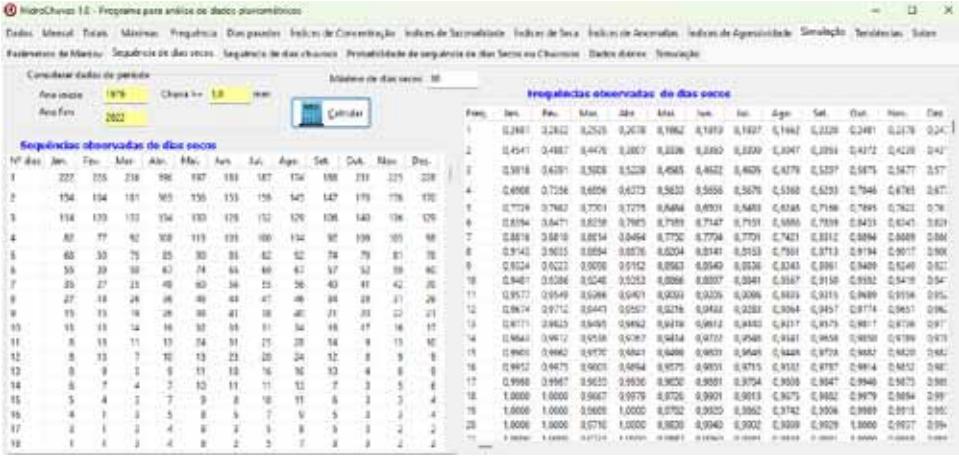


Figura 87. Tela para cálculo das sequências de dias secos no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13.3 Aba sequência de dias chuvosos

Da mesma forma, nesta aba (Figura 88) podem-se calcular as sequências de ocorrências de dias chuvosos consecutivos. Ao clicar em **Calcular,** o programa apresenta na tabela **Sequências observadas de dias chuvosos** as frequências de ocorrências de N° de dias chuvosos consecutivos para cada mês, bem como a maior sequência observada na série. Na tabela **frequências observadas de dias chuvosos** é apresentada a frequência acumulada de ocorrência de N dias chuvosos para cada mês.

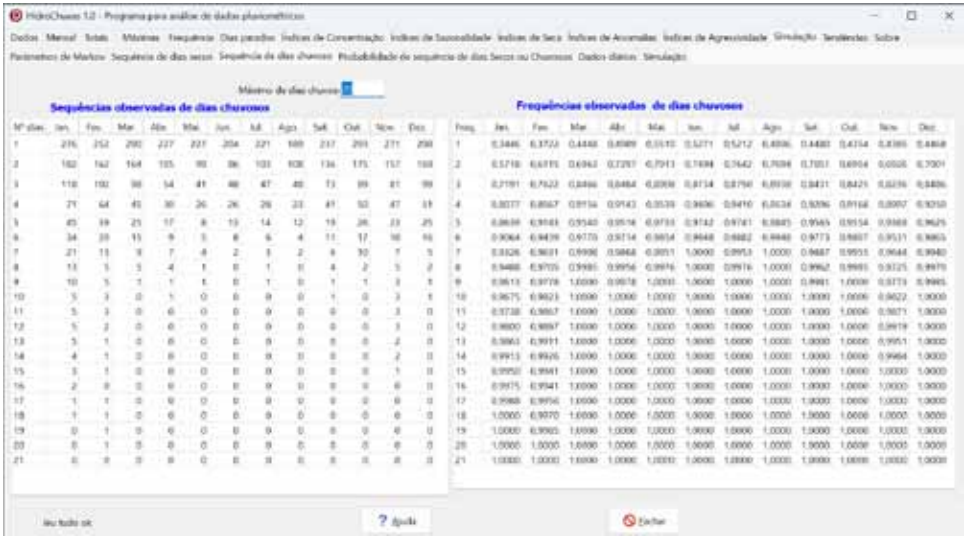


Figura 88. Tela para cálculo das sequências de dias chuvosos no HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13.4 Aba probabilidade de sequência de dias secos ou chuvosos

Nesta aba pode-se calcular a probabilidade da sequência de dias secos ou chuvosos para cada mês. No Quadro **Calcular a probabilidade** (Figura 89) deve-se selecionar, no quadro **Opções (1),** entre sequência de dias secos ou chuvosos e o mês **(2)** a ser analisado (1 a 12). Ao alterar essas opções o programa exibe os valores dos parâmetros da cadeia de Markov **(3)** e os valores de probabilidade **(4)**.

No quadro **Resultados** pode-se alterar a sequência de dias **(5)** e o programa atualiza as probabilidades de ocorrer "r" dias secos (ou chuvosos, conforme a opção), ocorrer até "r" dias ou ocorrer mais de "r" dias da sequência considerada.

No quadro **Teste de aderência (6)** são apresentados os valores do teste de Kolmogorov-Smirnov para as frequências de dias secos **(7)** ou chuvosos **(8)** consecutivos. Ao selecionar o mês **(9)** o programa exibe os valores da estatística de KS calculada (Dmax) e o valor crítico (Dcritico) ao nível de significância (NS) e os graus de liberdade (GL). Pode-se alterar o nível de significância **(10)** entre os valores de 1, 2, 5, 10, 15 e 20%.

Na Figura **(11)** são representadas as curvas de frequências estimadas e os valores observados das sequências de dias secos e dias chuvosos. Ao selecionar o mês, o programa atualiza essa figura. No quadro **Formatação do gráfico (12)** pode-se selecionar as variáveis a serem exibidas, bem com optar pela representação das linhas de grade.

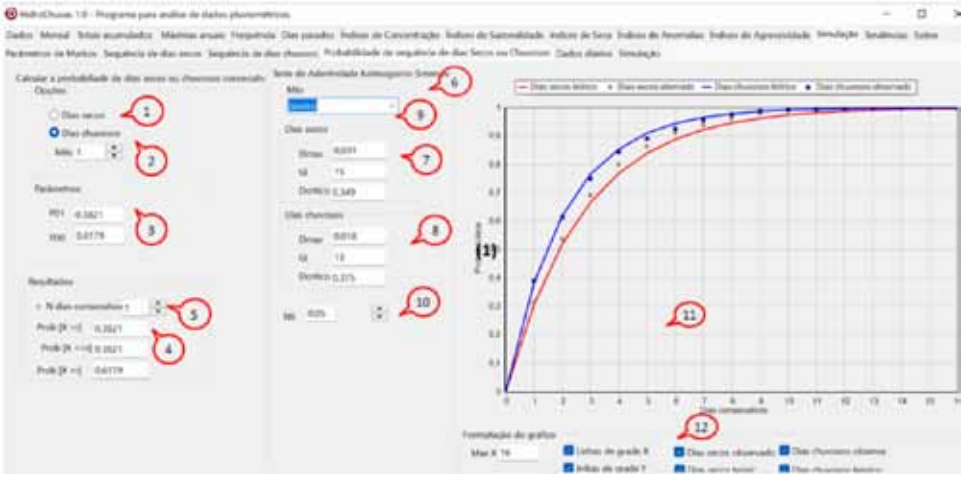


Figura 89. Tela para cálculo de probabilidade de sequências de dias secos ou chuvosos
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13.5 Aba dados diários

Nesta tela podem-se determinar as características das chuvas e os parâmetros da distribuição de probabilidade exponencial e gama para cada mês. No quadro **Opções** (Figura 90) deve-se definir o período de análise, informando o ano inicial e final do período e também o valor mínimo de chuva diária para ser considerado dia chuvoso.

Ao clicar em **Calcular,** o programa exibe os valores da média e desvio padrão de chuva dos dias chuvosos, o número de dados, o maior e menor valor da série. Na sequência são exibidos os valores dos parâmetros da distribuição e a estatística do teste de KS para a distribuição Exponencial e Gama com parâmetros estimados pelo método dos MM, MV e LM. Ao passar o mouse sobre a tabela o programa exibe uma breve explicação de cada coluna.

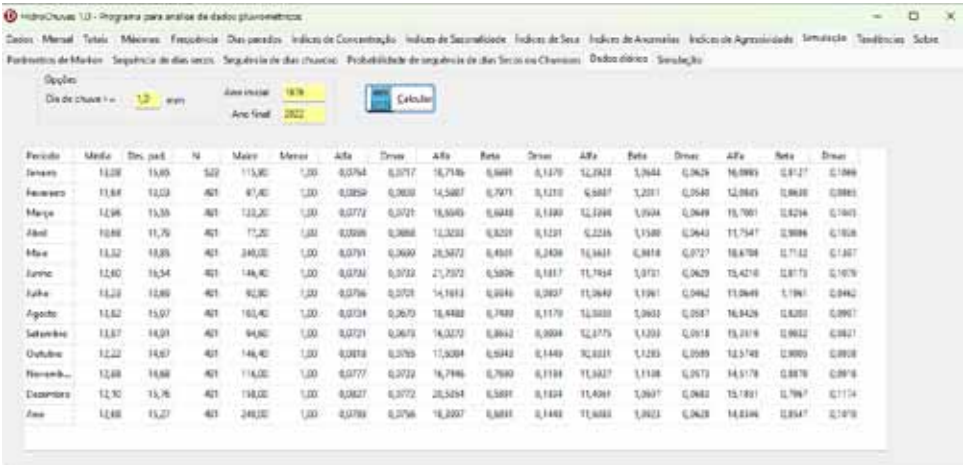


Figura 90. Tela para cálculo de estatísticas de dados de chuva diária
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

13.6 Aba simulação

Na aba **Simulaçã**o pode-se simular uma série de dados diários de chuva, usando a cadeia de Markov para simular se o dia é seco ou chuvoso, as distribuições exponencial ou gama para estimar as quantidades de chuva dos dias chuvosos.

No quadro **Parâmetros** (Figura 91) deve-se informar o nome do arquivo **(1)** a ser gerado, o valor mínimo de chuva para considerar o dia chuvoso **(2)**. É importante manter esse valor coerente com os valores usados nas abas **Parâmetros de Markov** e **Dados diários**, que devem ter sido previamente calculados. Também, deve-se informar o valor da probabilidade de sequência de dois dias secos para ser usado no primeiro dia da simulação **(3)**. Informar o número de anos a ser simulado **(4)**.

No quadro **Opções (5)** para simulação de dias chuvosos deve-se selecionar a distribuição de probabilidades a ser usada para a estimativa das quantidades de chuva. Ao selecionar a distribuição, o programa exibe os respectivos valores na tabela **Parâmetros do modelo (6)**.

Ao clicar em **Simular (7)** o programa faz a simulação e salva o arquivo na pasta **Auxiliares.** Importante destacar que esse arquivo pode ser lido e os dados analisados na aba **Dados.**

Figura 91. Tela para a simulação de chuvas diárias
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14 Aba Tendências

Nesta aba constam as rotinas para a análise de tendências de séries de chuva usando os índices climáticos dos especialistas em Mudanças Climáticas (Peterson, 2005).

14.1 Aba calcular os índices

Nesta tela (Figura 92) constam as rotinas para calcular os índices. No quadro **Considerar dados do período (1)** deve-se definir o ano inicial e final da análise e o limite mínimo **(2)** para o dia ser considerado chuvoso. Lembre-se que de acordo com o ETCC valor é R>0 1,0 mm.

O quadro **Cálculo do R95p e R99p (3)** contém a rotina para calcular o valor de chuva com 95 **(4)** e 99% **(5)** de frequência. Deve-se definir o período inicial e final **(6)** desta análise e segundo o ETCC deve ser a última normal climatológica. Ao clicar em **Calcular (7)** o programa exibe os valores de R95p e R99p.

No quadro **Opções para os índices (8)** há possibilidade de definir o índice RNmm **(9)**, em que se deve informar o valor de chuva como limite para a contagem de dias, sendo sugerido 50mm. Também, pode-se informar outra série de chuvas máximas com duração de ndias, RXnday **(10)** sendo sugerido 2 dias. O programa permite informar um valor entre 1 e 10 dias. Ao clicar em **Calcular Índices (11)** o programa apresenta a tabela **(12)** com os valores anuais dos índices de mudanças climáticas.

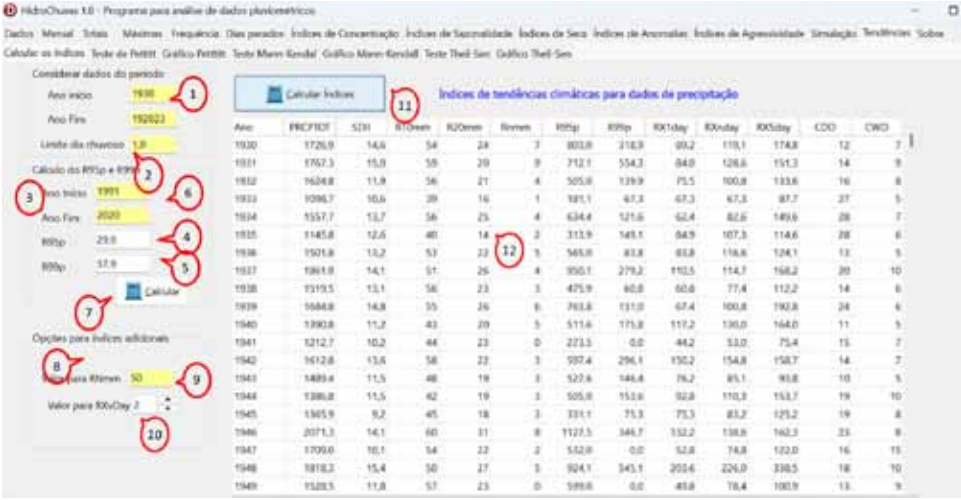


Figura 92. Tela para o cálculo dos índices de mudanças climáticas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao clicar com botão direito do mouse sobre a tabela abre um Popupmenu (Figura 93) que permite excluir um determinado ano ou apagar os valores dos índices de determinado ano. Essa é uma facilidade caso a série apresente durante o ano falhas que comprometam o índice e a análise de tendências.

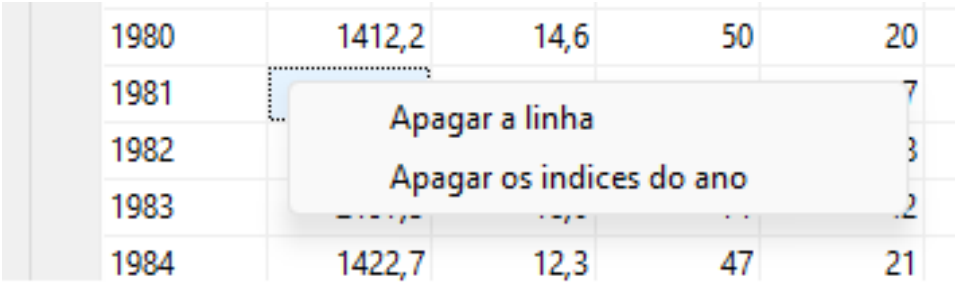


Figura 93. Detalhe do Popupmenu
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.2 Aba teste de Pettitt

Nesta tela consta a rotina para realizar o teste de Pettitt (Pettitt, 1979). Ao clicar em **Calcular** (Figura 94) o programa exibe na tabela **Teste de Pettitt** os seguintes valores de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1. Valores da tabela do teste de Pettitt

Linha	Conteúdo
1	Índice climático
2	Estatística K do teste de Pettitt;
3	Valor do ponto de mudança
4	Probabilidade associada (p-valor);
5	Valor crítico de K para o nível de significância de 5% (K 0,05
6	Valor crítico de K para o nível de significância de 1% (K 0,01
9 e demais	Valores da estatística K calculada para cada ano

Figura 94. Tela para o cálculo do teste de Pettitt
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.3 Aba gráfico Pettitt

Nesta tela pode-se observar o teste de Pettitt de forma gráfica. No quadro **Selecione a variável** (Figura 95) pode-se selecionar o índice a ser exibido e o programa exibe o respectivo gráfico. No quadro **Formatação do gráfico** pode-se alterar os valores mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

As linhas horizontais representam os limites críticos do intervalo de confiança bilateral de 95% e 99%. O teste de Pettitt indica o ponto de mudança brusca do valor máximo de K(t), quando este for maior que o limite crítico estabelecido.

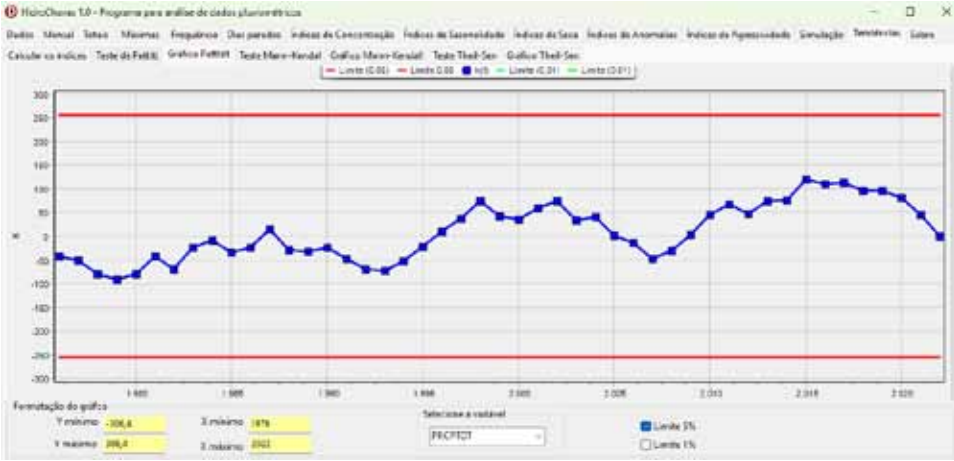


Figura 95. Gráfico do teste de Pettitt
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.4 Aba teste de Mann-Kendall

Nesta tela é realizado o teste de Mann-Kendall (Back, 2001; Khaliq *et al.*, 2009) para cada um dos índices. Ao clicar em **Calcular** (Figura 96) o programa realiza os cálculos e exibe os resultados na tabela Teste Mann-Kendall com os significados, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Significados dos valores do teste de Mann-Kendall

Linha	Significado
1	Índice (Cabeçalho)
2	Valor esperado da variável (u)
3	Valor da variância da variável (u)
4	Variável (u)
5	Valor esperado da variável (u*)
6	Valor da variância da variável (u*)
7	Variável (u*)
8	Valor da estatística S
9	Valor da variância de S
10	Valor da estatística Z
11	Probabilidade associada (p-valor).
12 e demais	São os valores das estatísticas U e ut para cada ano

Lembre sempre que quando o p-valor for inferior ao nível de significância deve-se rejeitar a hipótese de não haver tendência na série.

Figura 96. Tela para o cálculo do teste de Mann-Kendall
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.5 Aba gráfico Mann-Kendall

Nesta tela (Figura 97) pode-se observar o teste de Mann-Kendall de forma gráfica. No quadro **Selecione a variável** pode-se selecionar o índice a ser exibido e o programa exibe o respectivo gráfico. No quadro **Nível de significância** pode-se alterar o valor e o programa atualiza os valores críticos na tela e no gráfico. No quadro **Opções do gráfico** pode-se alterar os valores mínimos e máximos dos eixos vertical e horizontal.

No teste de Mann-Kendall, a tendência é significativa quando os valores absolutos de u(t) são maiores que os limites de confiança e o início da mesma pode ser localizado pela interseção das curvas u(t) e u*(t), se esta ocorre dentro dos valores críticos do intervalo de confiança.

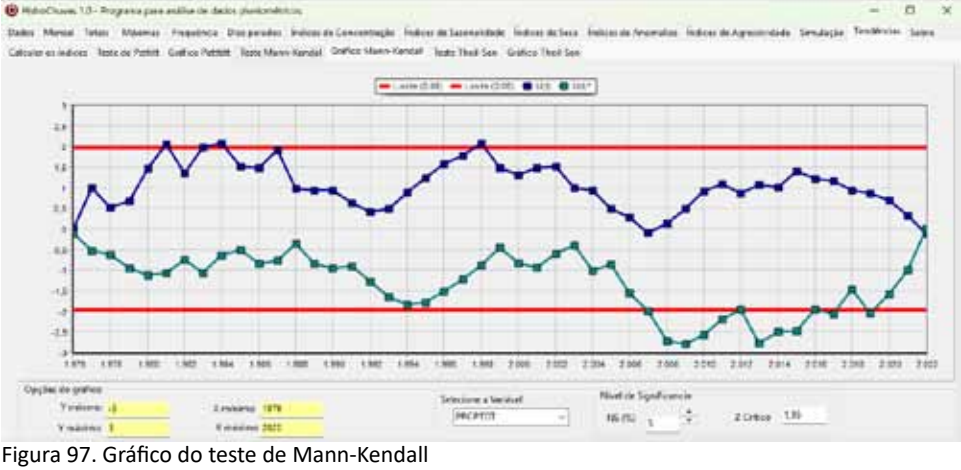


Figura 97. Gráfico do teste de Mann-Kendall
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.6 Aba teste de Theil-Sen

Nesta tela (Figura 98) constam as rotinas para calcular o teste de Theil-Sen (Hensel e Hirsch, 2002), e determinar o valor da tendência das séries. No quadro **Nível de Significância** deve-se selecionar o valor do intervalo de confiança e o programa automaticamente exibe o valor de Z crítico.

Ao clicar em **Calcular** o programa exibe os resultados na Tabela **Teste de Theil-Sen,** de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Significados dos valores do teste de Theil-Sen

Linha	Significado
1	Índice (Cabeçalho)
2	O valor da tendência (β);
3	O valor da estatística Ru;
4	O valor da estatística Rl;
5	O valor do limite inferior da tendência (β);
6	O valor do limite inferior da tendência (β);

Figura 98. Tela para o cálculo do teste de Theil-Sen
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

14.7 Aba gráfico Theil-Sen

Nesta tela (Figura 99) pode-se observar o teste de Thei-Sen de forma gráfica. No quadro **Selecione a variável** pode-se selecionar o índice a ser exibido e o programa exibe o respectivo gráfico. No quadro **Opções do gráfico** podem-se alterar os valores mínimos e máximos do eixo vertical e selecionar as linhas de tendências a serem exibidas no gráfico.

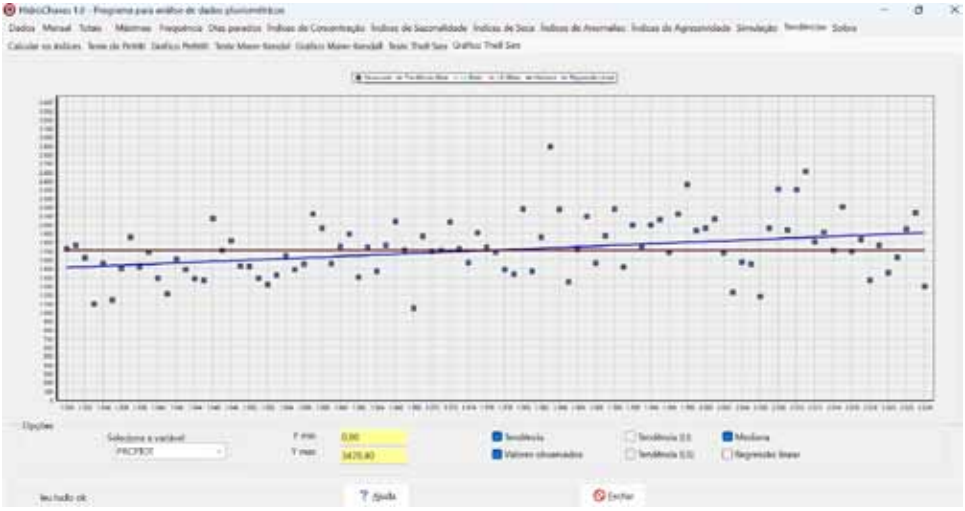


Figura 99. Gráfico do teste de Theil-Sen
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

15 Aba Sobre

Nesta tela constam os dados sobre a versão e atualização do programa, bem como contato com o autor.

Figura 100. Aba Sobre do programa HidroChuvas
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Referências

ALMEIDA, H. A. de; SILVA, L. Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava. **Revista Brasileira de Agrometeorologia***, [S.l.],* v.16, n.1, p.77-86, 2008.

ARNOLDUS, H.M.J. An Approximation of the Rainfall Factor in the Universal Soil Loss Equation. In: De Boodt, M.; Gabriels, D., (eds.). **Assessment of Erosion**. John Wiley and Sons, New York, 127-132, 1980.

BACK, Á. J. Alternative model of intense rainfall equation obtained from daily rainfall disaggregation. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, *[S.l.],* Porto Alegre, v.25, e2. p. 1-11, 2020.

BACK, Á. J.; PANATTO, M. P.; SOUZA, G. S. Chuvas intensas para dimensionamento de calhas e condutores pluviais no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, v.36, p.34-41, 2023. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1579

BACK, Á. J. Análise de dados de precipitação visando ao dimensionamento de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, v.35, p.25-28, 2022. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v35i1.1287

BACK, Á. J.; WILDNER, L. P.; PEREIRA, J. R.,. Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, p.65-72, 2021. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v34i2.1140

BACK, Á. J.; WILDNER, L. P.; GARCEZ, J. G. Análise de chuvas intensas visando ao dimensionamento de estruturas de conservação do solo em Chapecó, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, p.95-100, 2019. DOI: https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.14

BACK, Á. J. Fator erosividade e características das chuvas erosivas para a Região do Planalto Norte de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense,** Florianópolis, v.3, p.61-66, 2018.

BACK, Á. J.; MIGUEL, L. P. Analysis of the stochastic model of the Markov chain on daily rainfall occurrence in the state of Santa Catarina, Brazil. **Management of Environmental Quality**, *[S.l.],* v.28, n.1, p.2-16, 2017.

BACK, Á. J.; WILDNER, L. P. Equação de chuvas intensas por desagregação de precipitação máxima diária para o estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.3, p.43-47, 2021. DOI: https://doi.org/10.52945/rac.v34i3.1133

BACK, Á. J Probabilidades de ocorrência de dias secos e dias chuvosos consecutivos em Içara, Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, *[S.l.],* v. 23,p,132-15, 2017.

BACK, Á. J. Aplicação de cadeias markovianas à modelagem da precipitação diária. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.4, p.17-28, 1997.
BACK, Á. J. Seleção de distribuição de probabilidades para chuvas diárias extremas do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 16, p. 211-222, 2001.

BACK, Á. J.; BACK, L.; BACK, B. **Analise de séries históricas e modelagem da precipitação**. Florianópolis, SC: Epagri, 2025. 258 p.

BAECHELER, J. V.; BRAVO, B. S;. Analysis of aggressiveness rainfall in the Far North of Chile. IAHR WORLD CONGRES, 38., 2019, Panama. **Proceedings [...].** Panama, Sept. 1-6, 2019

BARROS, V. S.; GOMES, V. K. I.; JÚNIOR, I. B. S.; SILVA, A. S. V. da; SILVA, A. S. A. da; BEJAN, L. B.; STOSIC, T. Análise de tendência do índice de precipitação padronizado em Recife–PE. **Research, Society and Development**, *[S.l.],* v.10, n.8, e52310817458, 2021.

BURN, D. Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures. **Journal of Hydrology**, *[S.l.],* v.202, p.212–230, 1997.

CHU, P. S. Diagnostic Studies of rainfall Anomalies in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, *[S.l.],* v.111, p.1655-1664, 1983.

COELHO, D. M. BACK, Á. J. **Estimativa dos dias parados em obras de engenharia em função da chuva**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -Universidade do Extremo Sul Catarinense. 15p.

COUGHLAN, M. J. Monitoring drought in Australia. *In:* WILHITE, D.; EASTERLING, W. E.; WOOD, D. A. (eds.). **Planning for drought**: toward a reduction of societal vulnerability. Boulder: West View, p.131–144, 1987.

CUNHA, G. R.; HAAS, J. C.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul. **Boletim Fepagro**, Porto Alegre, v.5 n.1, p.1-8, 1998.

CUNHA, R. L. A. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos das secas**. 2008. 147f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

DE LUIS, M.; GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; BRUNETTI, M.; LONGARES, L. A. Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005, **Nat. Hazards Earth Syst. S**ci., *[S.l.],* v.11, p.1259–1265, 2011.

DE MICHELE, C.; ROSSO, R. A multi-level approach to flood frequency regionalization. **Hydrology and Earth System Sciences**, *[S.l.],* v.6, n.2, p.185–194, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE (DNIT). **Manuais de custos de infraestrutura de transportes**. Brasília: DNIT, 2017. (v. 06 – Fator de Influência de Chuvas).

ESSEL, P.; GLOVER, E. T.; YEBOAH, S.; ADJEI-KYEREME, Y.; YAWO, I. N. D.; NYARKU, M.; ASUMADU-SAKYIM, G. S.; GBEDDY, G. K.; AGYRI Y. A.; AMEHO, E. M.; ATULE, E. Rainfall erosivity index for the Ghana Atomic Energy Commission site. **Springerplus**, *[S.l.],* v.5, n.465, p.1-6, 2016.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. da; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. **Índices para a quantificação da seca.** Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 48p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão).

FOURNIER, F. **Climat et erosion:** la relation entre l'erosion du sol par l'eau et les precipitations atmospheriques. 1. ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1960.

FREITAS, M. A. S. A previsão de secas e a gestão hidroenergética: o caso da bacia do rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE REPRESAS Y OPERACIÓN DE EMBALSES, 2004, Puerto Iguazu. **Anais[...].** Puerto Iguazu, CACIER, 2004. p. 1, v. 1.

GALVANI E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 6., 2004, Aracajú. **Anais [...].** Aracajú, SBGC, 2004. p.20-29.

GOCIC, M.; TRAJKOVIC, S. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen´s slope estimator statistical tests in Serbia. **Global and Planetary Change**, *[S.l.],* v.100, p. 72-182, 2013.

HENSEL, D. R.; HIRSCH, R. M. **Statistical Methods in Water Resources**. USGS, 2002. 510 p.

KENDALL, M. G.; STUART, A. **The Advanced Theory of Statistics**. London, UK: Charles Griffin & Company-High Wycombe 1997. p.400–401.

KHALIQ, M. N.; OURDA, T. B.; GACHON, P.; SUSHAMA, L.; ST-HILAIRE, A. Identification of hydrological trends in the presence of serial and cross correlations: A review of selected methods and their application to annual flow regimes of Canadian rivers. **Journal of Hydrology**, *[S.l.],* v.368, n.1-4, p.117-130, 2009.

LI, X.; JIANG, F.; LI, L.; WANG, G. Spatial and temporal variability of precipitations concentration index, concentration degree and concentration period in Xinjiang, China. **International Journal of Climatology**, *[S.l.],* v.31, p.1679-1693, 2011.

MARTÍN-VIDE, J. Spatial Distribution of a daily precipitation concentration index in Peninsular Spain. **International Journal of climatology**, *[S.l.],* v.24, p.959–971, 2004.

MARTIN-VIDE, J. **El tiempo y el clima**. Rubes, Barcelona, 2003, 127p.

MATTOS, A. D. **O Impacto das chuvas no planejamento**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda, 2015.

McKEE, T.B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. *In:* CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, California. **Proceedings[...]**, Anaheim, California. p.1-6, 17-22 Jan., 1993.

MONTEIRO, M.A.; FURTADO, S.M.A. **O clima no trecho Florianópolis – Porto Alegre:** uma abordagem dinâmica. **Geosul**, *[S.l.],* n.19/20, p.116 – 133, 1995.

MORENO, H.G. **Estadísticas de la sequía en Colombia**. Atmosfera, Santafé de Bogotá, Colombia, n. 22, p.67-70, 1994.

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L.; SANTOS, C. A. C. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, *[S.l.],* v.30, p.171-180, 2015.

OLIVER, J.E. Monthly precipitation distribution: A comparative index. **The Professional Geographer**, *[S.l.],* v.32, p.300-309, 1980.

PETERSON, T.C. Climate change indices. **World meteorological Organization Bulletin**, *[S.l.],* v.54, p.83-86, 2005.

PETTITT, A.N.A. non-parametric approach to the change point problem. **Applied Statistics**, *[S.l.],* v.28, n.2, p.126-135, 1979.

PIZARRO, F. **Drenage Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos**. Madrid: Editora Agrícola Espanhola, 1978. 525 p.

RASHID, M.M.; FARUQUE, S.B.; ALAM, J.B. Modelling of Short Duration Rainfall Intensity Duration Frequency (SDR-IDF) equation for Slyhet city in Bangladesh, ARPN. **Journal of Science and Technology**, *[S.l.],* v.2, n.2, p.92-95, 2012.

ROOY, M.P.V. A rainfall anomaly index independent of time and space. **Notos**, 14, 43-48, 1965.

SANTOS, B.C.; RUEZZENE, C.B.; SOUZA, P.H. Análise do comportamento das chuvas por diferentes índices climáticos, no município de Itirapina/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, *[S.l.],* v.30, p.48-68, 2022.

SENA, J.P.O.S; MORAIS NETO, J.M. LUCENA, D.B. Variabilidade da precipitação em Sumé e São João Do Cariri e suas consequências na agropecuária. **Revista Brasileira de Climatologia**, *[S.l.],* v.25, p.278-293, 2019.

SILVA, M.M.; FERREIRA, V.O.; ÁVILA, D.M. Análise de tendências e extremos pluviométricos na Região Hidrográfica do Rio São Francisco. Estudo Geográficos: **Revista Eletrônica de Geografia**, *[S.l.],* v.19, n.3, p.127-149, 2021.

SILVESTRE, M.; SANT`ANNA NETO, J. L.; FLORES, E**.** Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação**, *[S.l.],* n.20, v.2, p.23-53, 2013.

WALSH, R. P. D; LAWLER, D. M. Rainfall seasonality: description, spatial patterns and change through time. **Weather**, *[S.l.],* v.36, n.7, p.201-208, 1981.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses:** a guide to conservation planning. U.S Department of Agriculture, Agr.: Handbook, v.537, p.1-58, 1978.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Drought and agriculture**. WMO Tech. n.138, 1975. 127 p.

WU, H.; HAYES, M.J.; WEISS, A.; HU, Q. An evaluation of the Standardized Precipitation Index, The China-Z Index and the Statistical Z-Score. **International Journal of Climatology**, *[S.l.],* v.21, n.6, p.745-758, 2001.

XIE, Z.Q.; DU, Y.; JIANG, A.J.; DING, Y.G. Climatic trends of different intensity heavy precipitation events concentration in China. **Journal of Geographical Sciences**, *[S.l.],* v.15, p.459–465, 2005.

www.epagri.sc.gov.br

www.youtube.com/epagritv

www.facebook.com/epagri

www.instagram.com/epagri

linkedin.com/company/epagri

http://publicacoes.epagri.sc.gov.br

www.x.com/EpagriOficial