

MODELAGEM DE EQUAÇÃO IDF (INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA) E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA O MUNICÍPIO DE BREJINHO-PE

Deividy Kaik de Lima Araújo
Bacharelado em Engenharia Civil, IFPB, Patos, Paraíba, Brasil
deividy.araujo@ifpb.edu.br

Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia
Bacharelado em Engenharia, IFPB, Patos, Paraíba, Brasil
douglas.cristiano@academico.ifpb.edu.br

Resumo: Este trabalho aborda a modelagem de equação de chuva e a análise da distribuição temporal para o município de Brejinho, Pernambuco, uma área que carece de estudos sobre o comportamento da precipitação. O objetivo da pesquisa é determinar os parâmetros hidrológicos relevantes para a gestão de recursos hídricos locais. Para isso, foi realizada a coleta de uma série histórica de dados de chuva disponíveis no site da APAC. A partir dos dados, foram definidos coeficientes, como período de retorno, e gráficos foram ajustados para a obtenção de coeficiente para equação de chuva. O Método de Huff foi utilizado para analisar a distribuição da chuva em quartis, permitindo a estimativa de hietogramas para períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50, 75 e 100 anos. Os resultados obtidos destacam a importância do estudo para a gestão hídrica da microbacia do rio Pajeú e contribuem para o planejamento de intervenções no município.

Palavras-chave: Modelagem Eq. de Chuva, Distribuição Temporal de Chuva, método de Huff, Brejinho-PE.

1. Introdução

A precipitação é um elemento-chave que tem o potencial de impactar consideravelmente os recursos hídricos, influenciando a disponibilidade de água para agricultura, indústria e uso doméstico. As chuvas intensas têm grande potencial para desencadear desastres naturais, como alagamentos, inundações e processos geológicos como deslizamentos de encostas e erosão do solo. Bork et al. (2017) destacam que os eventos extremos do clima, como falta ou excesso de precipitação, podem causar prejuízos econômicos de larga escala.

Os autores ressaltam a preocupação com o aumento de frequência de eventos extremos na Região nordeste do Brasil em função das mudanças climáticas. Dessa forma, o conhecimento das características da chuva local é importante para a prevenção de desastres hidrológicos, o gerenciamento de recursos hídricos e o dimensionamento de estruturas de drenagem e obras de controle de erosão (CALOIERO, 2014; DENG et al., 2017; HAZBAVI; SADEGHI, 2016; COELHO FILHO; MELO; ARAÚJO, 2017). Alves, Formiga e Traldi (2018) destacam a importância da caracterização quanto a distribuição temporal, volume precipitado e variações de intensidade para estudo da interceptação ocasionada pelas copas das árvores.

As chuvas intensas são definidas como fenômenos naturais e aleatórios, caracterizados normalmente por uma precipitação forte e contínua. Ocorrem em curto espaço de tempo, podendo variar de alguns minutos até dezenas de horas, e suas intensidades ultrapassam um valor preestabelecido (FIORIO et al., 2012; DIAS; PENNER, 2019).

Algumas metodologias foram desenvolvidas no Brasil para obtenção de chuvas de menor duração com base em dados diários observados em pluviômetros. Tais metodologias empregam coeficientes para transformar chuva de 24 h em chuvas de menor duração, entre as quais estão o método das isozonas e o método da desagregação da chuva diária (SOUZA et al., 2012; FECHINE SOBRINHO et al., 2014; RANGEL; HARTWIG, 2017).

A modelagem de chuvas é fundamental para a compreensão dos padrões hidrológicos em regiões que, como Brejinho-PE, ainda carecem de estudos detalhados sobre a intensidade e a duração das chuvas. O objetivo deste trabalho é investigar a relação entre a precipitação e o comportamento da distribuição temporal de chuva na microbacia do rio Pajeú, em Brejinho, Pernambuco, fornecendo dados essenciais para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos da região. A justificativa para a realização deste estudo se baseia na necessidade de informações que possam subsidiar ações de prevenção de inundações devido ao avanço da urbanização no corpo hídrico e melhoria na infraestrutura hídrica local.

2. Fundamentação teórica

2.3 Determinação das Relações IDF

Segundo Moreira et al (2010), os conhecimentos sobre precipitações permitem a tomada de decisão e o melhor planejamento de diversas atividades que podem ter influência significativa no desenvolvimento socioeconômico de uma região. A precipitação pluvial analisada a partir de uma série histórica caracteriza a variabilidade temporal das chuvas intensas, associada à probabilidade de ocorrência. As chuvas mais intensas e com curta duração são as que mais impactam uma bacia hidrográfica pequena e, geralmente, essas precipitações acontecem em intervalos de tempos maiores (GONÇALVES, 2011).

Os projetos de sistemas de drenagem urbana têm como objetivo ordenar os escoamentos das águas de chuva, porém o comportamento das precipitações varia bastante no tempo e no espaço. Assim, é necessário que o projetista defina uma chuva padrão máxima. O evento hidrológico máximo que o projeto a ser dimensionado será capaz de suportar é denominado chuva de projeto.

A relação IDF auxilia na determinação das chuvas de projeto através de análises estatísticas de série de dados de eventos de precipitação disponíveis por sistemas de medições com base em eventos passados para uma duração e tempo de retorno. No Brasil, estudos pioneiros de ajustes das equações IDF foram desenvolvidos por Pfafstetter (1957) e Denardin e Freitas (1982), onde foram distribuídas pelo país 80 estações.

A série de dados a ser utilizada na construção da relação IDF, pode ser anual ou de duração parcial e sua escolha depende da quantidade de dados disponíveis, o tempo que se deseja analisar e o objetivo do estudo (GONÇALVES, 2011).

Se os eventos extremos são de maior interesse, então o valor máximo do evento em cada ano é selecionado e assim é ordenada uma série de amostras. Essa série é denominada série de máximos anuais. Porém, se baseia apenas no maior evento de um ano, ignorando os demais

eventos que por sua vez podem até superar o valor máximo de outros anos da série (CARVALHO & SILVA, 2006).

Caso o interesse seja analisar apenas valores superiores a certo nível, toma-se um valor de precipitação intensa como valor base e assim todos os valores superiores são ordenados numa série chamada série de duração parcial ou simplesmente série parcial. Além das séries já citadas, ainda existem as séries de totais anuais, onde são somadas todas as precipitações ocorridas durante o ano em determinado posto pluviométrico (CARVALHO & SILVA, 2006).

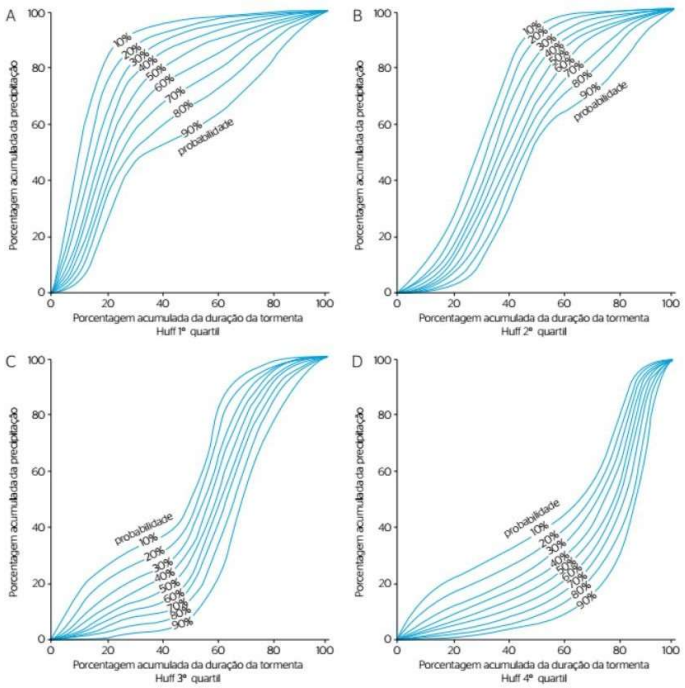
2.4 Distribuição Temporal Das Chuvas

É notório que países em desenvolvimento, como o Brasil, as pequenas bacias urbanas não possuam dados hidrometeorológicos para produzir estudos das chuvas de projeto para cada localidade. Logo, faz-se necessário o uso das relações IDF e equações das chuvas.

De acordo com Abreu *et al*. (2017), com o valor de intensidade dado pela equação da chuva, é indispensável definir um hietograma, que será o dado de entrada para um método chuva-vazão. Desta forma, é necessário distribuir os dados de chuva ao longo da duração de cada intervalo de tempo. O pico do hidrograma é diretamente influenciado pela distribuição temporal da chuva. Geralmente adotar-se distribuições empíricas para representar os eventos mais críticos da desagregação temporal da chuva.

O método de Huff é uma metodologia de distribuição temporal da chuva estudada por Huff, em 1967, caracterizada por classificar as chuvas em quartis. A pesquisa do Huff teve por objetivo examinar eventos de chuva em bacias com áreas menores do que 1000 km² durante o período de 1955 a 1966, classificando-as de acordo com seu quartil de duração, nos quais se verificavam as maiores intensidades ocorridas.

Figura 2 - Curvas de Probabilidade por Huff



Fonte: HUFF (1967).

3. Metodologia

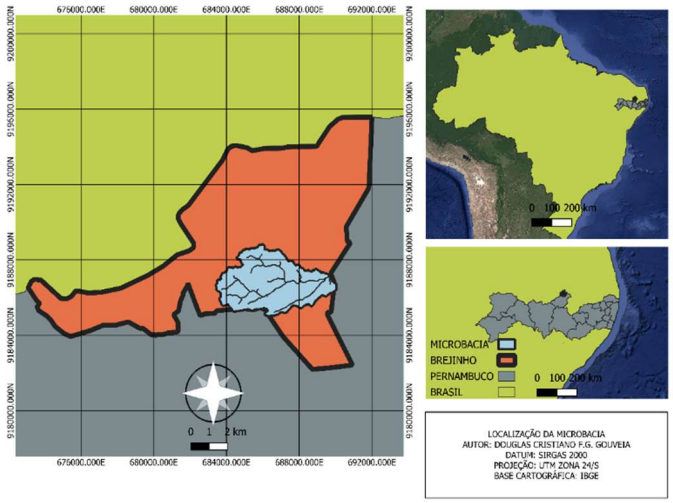
O primeiro passo deste estudo foi a coleta da série histórica de dados de precipitação do município de Brejinho, Pernambuco, através do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A análise focou nos dados de maior intensidade de chuva, sendo determinadas variáveis relevantes a partir dessas informações para a construção de uma planilha de análise. Os dados históricos foram processados de forma a identificar os padrões de intensidade, duração e frequência das chuvas.

Em seguida, foram definidos coeficientes fundamentais para o estudo, como o período de retorno, essencial para entender a frequência com que eventos de chuva extremos podem ocorrer. Além disso, ajustes gráficos foram realizados para a obtenção de parâmetros importantes para a equação de chuva, que auxiliam na modelagem precisa dos eventos pluviométricos. Foram encontrados parâmetros como MN, T0, C e K, que foram utilizados para determinar a equação de chuva para a região estudada. A partir dessa equação, foi gerado o gráfico IDF (Intensidade-Duração-Frequência), que representa a chuva em milímetros por minuto.

Adicionalmente, foi utilizado o Método de Huff para a análise das chuvas, que consiste na distribuição da precipitação em um período de tempo em quartis. Isso possibilitou a construção de vários hietogramas com a distribuição dos quartis. Para as chuvas de projeto, foram consideradas durações de 60 minutos e elaborados hietogramas para os seguintes tempos de retorno: 5, 10, 15, 25, 50, 75 e 100 anos.

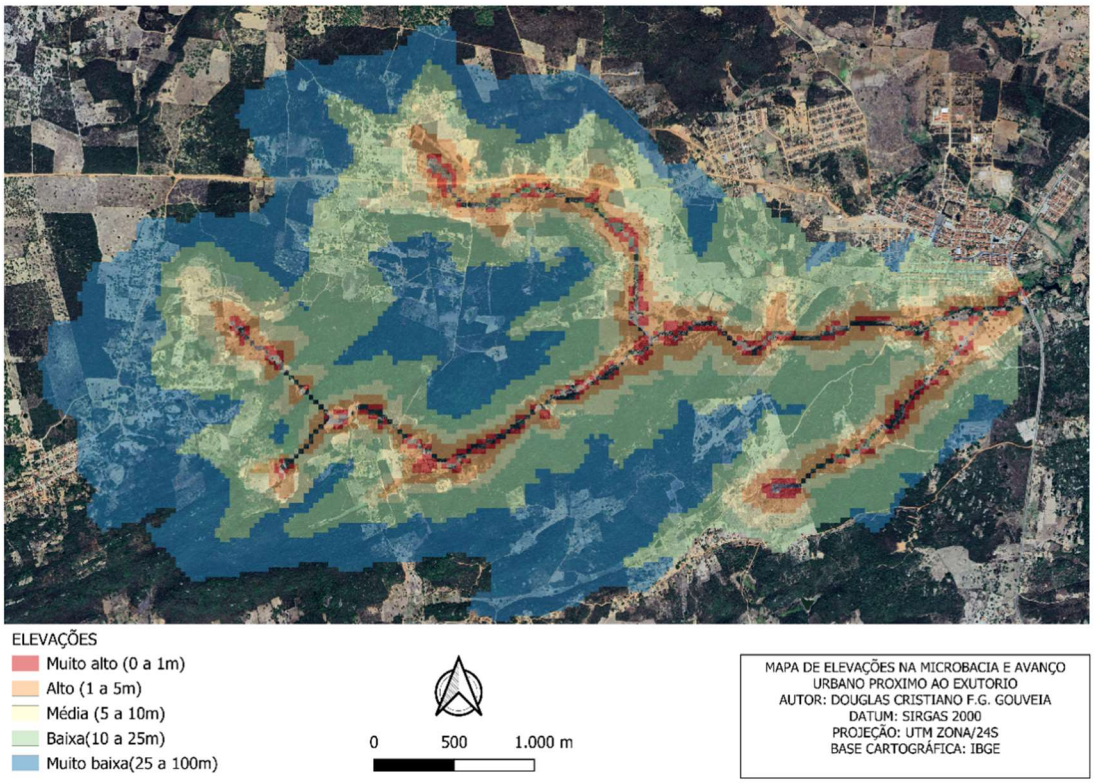
A modelagem também envolveu a produção de mapas utilizando o software QGIS, incluindo a localização da microbacia do rio Pajeú, na cidade de Brejinho, Pernambuco (Figura 3 e 4). Foram gerados mapas de localização, curvas de nível, que representaram de maneira visual a variação do relevo e o avanço do uso do solo na área estudada, como também, elevação crítica aos arredores dos pontos de vazão/escoamento.

Figura 3 – Mapa de Localização Da Microbacia Brejinho-PE



Fonte: Autores, 2024.

Figura 4 – Mapa de Microbacia Brejinho-PE



Fonte: Autores, 2024.

3.1 Equação de Chuva

O primeiro passo deste estudo foi a coleta da série histórica de dados de precipitação do município de Brejinho, Pernambuco, através do site da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A princípio, calculou-se a média e do desvio padrão da amostra, com auxílio das funções *MÉDIA* e *DESVPAD.A* disponíveis no *Microsoft Excel*. A seguir, fez-se a ordenação das precipitações em ordem decrescente, calculando, em seguida, a frequência teórica para cada uma, dada pela Equação 1:

$$F = \frac{m}{n+1} \qquad \text{Eq. (1)}$$

Logo,

A virável F é a frequência com que um evento de ordem “m” é igualado ou superado (adimensional);

m é a ordem, variando de 1 a “n” valores (adimensional);

n é o número de anos observados (adimensional).

Em posse da frequência, foi possível calcular o período de retorno (Equação 2) para cada chuva (mm), que neste caso é o tempo que um determinado evento possa ser igualado ou superado.

$$T = \frac{1}{f} \qquad \text{Eq. (2)}$$

Onde,

T é o período de retorno, em anos e F é a frequência (adimensional).

A seguir, calculou-se a variável de Gumbel observada (Equação 3) e o fator de frequência (Equação 4).

$$Y_{obs} = -\ln\left(-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right) \qquad \text{Eq. (3)}$$

$$K_t = 0{,}7797 * Y_{obs} - 0{,}45 \qquad \text{Eq. (4)}$$

Onde,

Y_{obs} é a varíavel de Gumbel observada (adimensional);

T é o período de retorno, em anos;

Kt é um fator de frequência; (adimensional);

Finalizando, em posse do K_t (fator de frequência) calculou-se H_{teo} (Equação 5), podendo também ser denominada de precipitação teórica de Gumbel.

$$H_{teo} = \mu + K_t \times s \qquad \text{Eq. (5)}$$

Onde,

H_{teo} é a precipitação teórica em mm;

s é o desvio padrão, em mm;

μ é a média, em mm.

Deste modo é possível plotar num gráfico os valores de precipitações observados e precipitações teóricas, ambas em mm e variando de acordo com período de retorno, gerando um gráfico no qual é possível analisar se a distribuição está bem consistente.

Dando continuidade para obtenção da equação de chuva, foram calculadas magnitude do evento de precipitações para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75 e 100 anos.

O coeficiente de desagregação de precipitação empregado para a desagregação da chuva de 24h foi o da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB,1986), de valor igual a 1,14. Os demais coeficientes de desagregação foram calculados pela Equação 6 recomendada por Silveira (2000).

$$C24(d) = e^{1{,}5*\ln\left(\frac{\ln(d)}{7{,}3}\right)} \qquad \text{Eq. (6)}$$

Onde,

C24 (d) é o coeficiente de desagregação em função da duração escolhida (adimensional);

d é a duração escolhida, em minutos.

O método de desagregação ocorreu da seguinte forma:

As precipitações máximas obtidas pela Equação 6 foram desagregadas em durações menores de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 300, 360,

420, 480, 540, 600, 720, 900, 1200 e 1440 minutos.

Inicialmente, o valor da precipitação foi multiplicado pelo coeficiente que transforma a chuva diária em chuva de 24 horas. A partir dessa precipitação, são determinadas as demais precipitações, multiplicando-se cada uma pelo valor do coeficiente referente àquela duração. A rotina foi repetida e realizada para todas as durações e períodos de retorno.

Em seguida, foram calculadas as intensidades, dividindo a precipitação pela duração, podendo-se assim produzir o gráfico com as curvas de intensidade, duração e frequência.

Aplicando o logaritmo à tabela de intensidade, o gráfico IDF linearizado pode ser obtido. Isso foi feito para extrair as equações da reta para cada uma das curvas, nas quais seus valores de coeficiente linear e coeficiente angular foram usados para obter os parâmetros da equação de chuva. A equação da chuva é representada pela seguinte Equação 7:

$$i = \frac{C}{(t+t0)} = \frac{K*T^m}{(t+t0)^n} \qquad \text{Eq. (7)}$$

Em que,

i – Intensidade (mm/h);

T – Período de retorno (anos);

t – Duração da chuva (minutos);

K, m, t_0 e n – parâmetros que descrevem as características locais, extraídos dos processos anteriores.

Aplicou-se a anamorfose logarítmica Equação 8:

$$\log(i) = \log(C) - n \times \log(t + t_0) \qquad \text{Eq. (8)}$$

t_0 é obtido através de tentativa e erro, o qual somado a t, dará uma equação dareta com $R^2 = 0{,}998$.

n será o valor do coeficiente angular da equação da reta, em módulo, obtido nográfico linearizado das curvas IDF.

log(C) será os coeficientes lineares das equações da reta obtidas no gráfico linearizado das curvas IDF.

Assim,

$$\log(C) = \log(k) + m \times \log(T) \qquad \text{Eq. (9)}$$

O log (C) x log (T) foi representado graficamente para obter a equação da reta, em que m é a inclinação desta equação e K será a operação inversa do log aplicado ao valor do coeficiente linear desta equação da linha, obtendo assim todos os parâmetros da equação da chuva.

Em seguida, as intensidades foram calculadas para os mesmos períodos de retorno e durações, agora usando a equação de chuva encontrada.

4. Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos a partir da modelagem de equações de chuva e da análise da distribuição temporal para o município de Brejinho, Pernambuco. Os dados históricos de precipitação foram analisados para diferentes períodos de retorno e distribuídos conforme o Método de Huff, permitindo a construção de hietogramas.

Ademais, os hietogramas são cruciais para a previsão do comportamento da chuva em diferentes eventos, auxiliando tanto na previsão de cenários críticos para a bacia hidrográfica do rio Pajeú quanto no planejamento de intervenções para minimizar os impactos desses eventos. Com a série histórica de precipitação em mãos, foram realizados cálculos de média e desvio padrão, seguidos da desagregação dos dados de chuva. Esse procedimento permitiu a obtenção das intensidades pluviométricas para diferentes intervalos de tempo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Intensidade das Chuvas

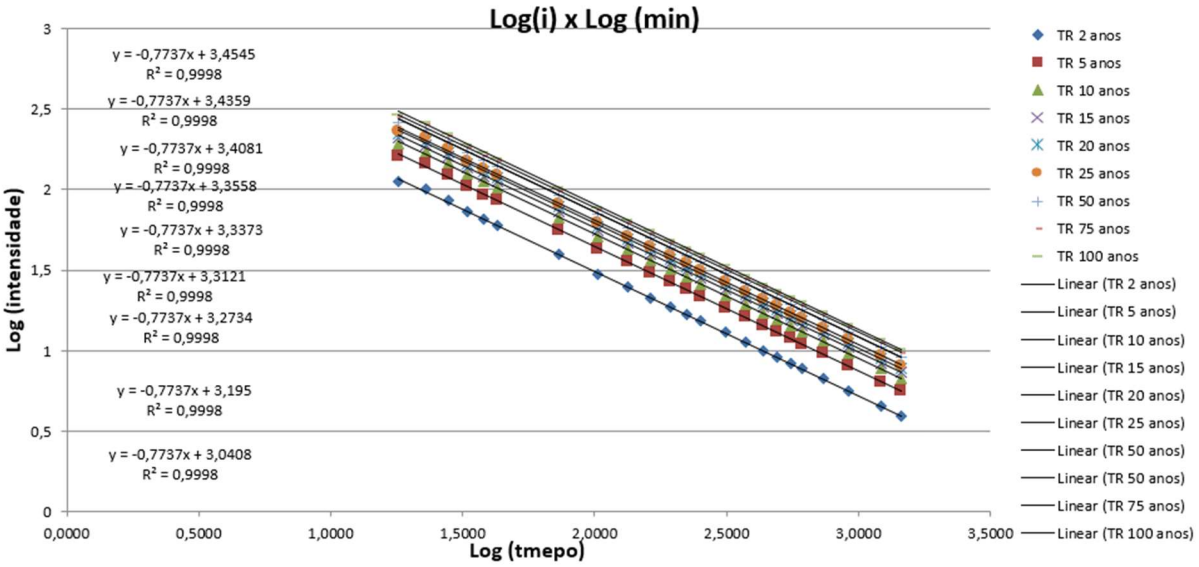
	PERÍODO DE RETORNO - TR (ANOS)								
Duração (Min)	2	5	10	15	20	25	50	75	100
5	112,38	160,29	192,00	209,90	222,42	232,07	261,80	279,08	291,31
10	101,15	144,26	172,80	188,91	200,18	208,87	235,62	251,17	262,18
15	86,16	122,89	147,20	160,92	170,53	177,92	200,71	213,96	223,34
20	73,05	104,19	124,80	136,43	144,58	150,85	170,17	181,40	189,35
25	65,18	92,97	111,36	121,74	129,01	134,60	151,85	161,87	168,96
30	59,94	85,49	102,40	111,94	118,63	123,77	139,63	148,84	155,37
60	39,33	56,10	67,20	73,46	77,85	81,23	91,63	97,68	101,96
90	29,97	42,74	51,20	55,97	59,31	61,89	69,81	74,42	77,68
120	24,82	35,40	42,40	46,35	49,12	51,25	57,81	61,63	64,33
150	21,35	30,45	36,48	39,88	42,26	44,09	49,74	53,03	55,35
180	18,73	26,71	32,00	34,98	37,07	38,68	43,63	46,51	48,55
210	16,86	24,04	28,80	31,48	33,36	34,81	39,27	41,86	43,70
240	15,22	21,71	26,00	28,42	30,12	31,43	35,45	37,79	39,45
300	12,92	18,43	22,08	24,14	25,58	26,69	30,11	32,09	33,50
360	11,24	16,03	19,20	20,99	22,24	23,21	26,18	27,91	29,13
420	10,03	14,31	17,14	18,74	19,86	20,72	23,38	24,92	26,01
480	9,13	13,02	15,60	17,05	18,07	18,86	21,27	22,68	23,67
540	8,32	11,87	14,22	15,55	16,48	17,19	19,39	20,67	21,58
600	7,68	10,95	13,12	14,34	15,20	15,86	17,89	19,07	19,91
720	6,71	9,57	11,47	12,54	13,28	13,86	15,64	16,67	17,40
900	5,62	8,01	9,60	10,49	11,12	11,60	13,09	13,95	14,57
1200	4,50	6,41	7,68	8,40	8,90	9,28	10,47	11,16	11,65
1440	3,90	5,57	6,67	7,29	7,72	8,06	9,09	9,69	10,11
	intensidades de chuva (mm/h)								

Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br
18 a 22 de novembro
Transmissão online • Evento gratuito
Realização
Apoio Institucional

Fonte: Autores, 2024.

Em posse da tabela da intensidade, aplicou-se o logaritmo nos dados para fosse produzido o gráfico x. Valendo salientar que, o parâmetro t0 que melhor se adequou foi igual a 13 minutos, produzindo equações da reta com $R^2 = 0,999$.

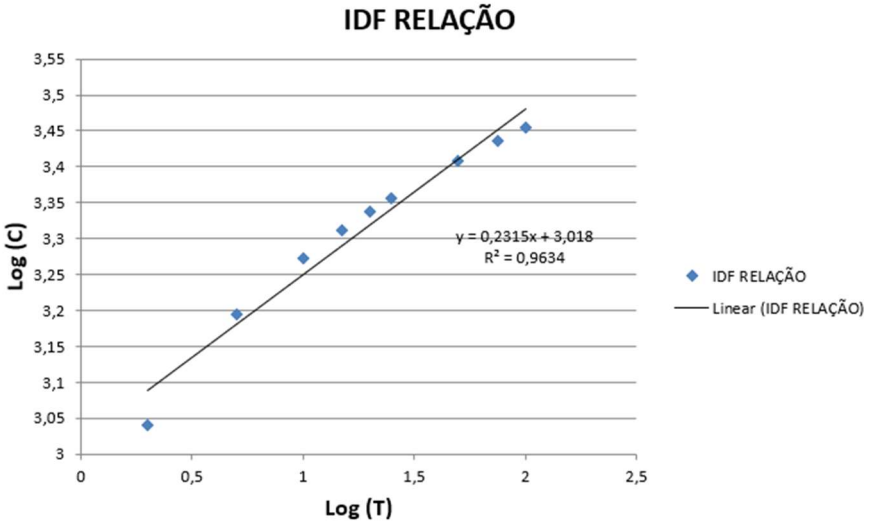
Figura 5 - IDF Linearizadas



Fonte: Autores, 2024.

Em posse dos coeficientes lineares das equações exibidas na Figura 5, obteve-se a seguinte Figura 6, onde foi aplicado logaritmo nos valores.

Figura 6 – (IDF Relação) Coeficiente M Da Reta



Fonte: Autores, 2024.

Após a aplicação do processo estatístico, chegou-se à seguinte equação representativa das chuvas para a região:

$$I = \frac{1042{,}317 * T^{0{,}2315}}{(t+13)^{0{,}7737}}$$

Com a equação de chuva estabelecida, torna-se possível aplicar o Método de Huff para a elaboração dos hietogramas, permitindo uma representação detalhada da distribuição temporal das chuvas. A Tabela 2 apresenta a chuva de projeto para diferentes períodos de retorno, considerando uma duração crítica de 60 minutos.

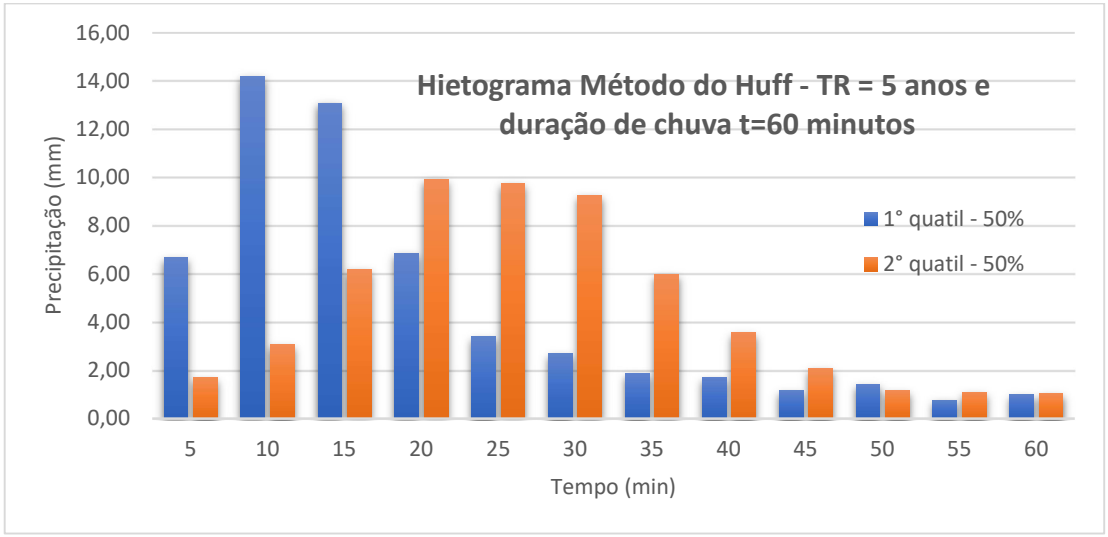
Tabela 1 – Chuvas de projeto para diferentes TR

Chuvas de projeto (mm)		
TR	5	54,7215839
	10	64,2461494
	15	70,5687183
	25	79,4274
	50	93,2522
	75	102,4292
	100	109,483104

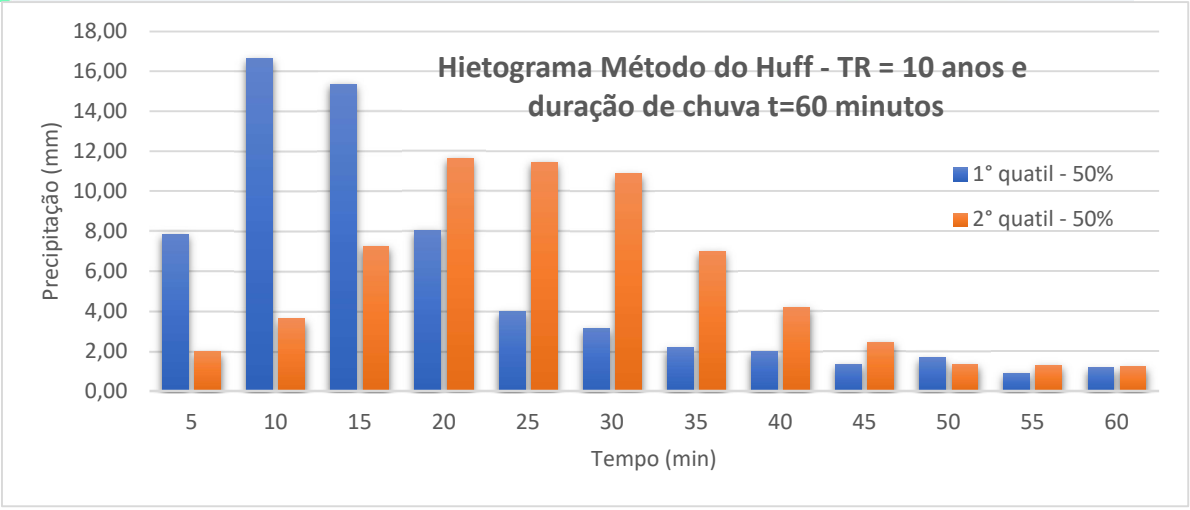
Fonte: Autores, 2024.

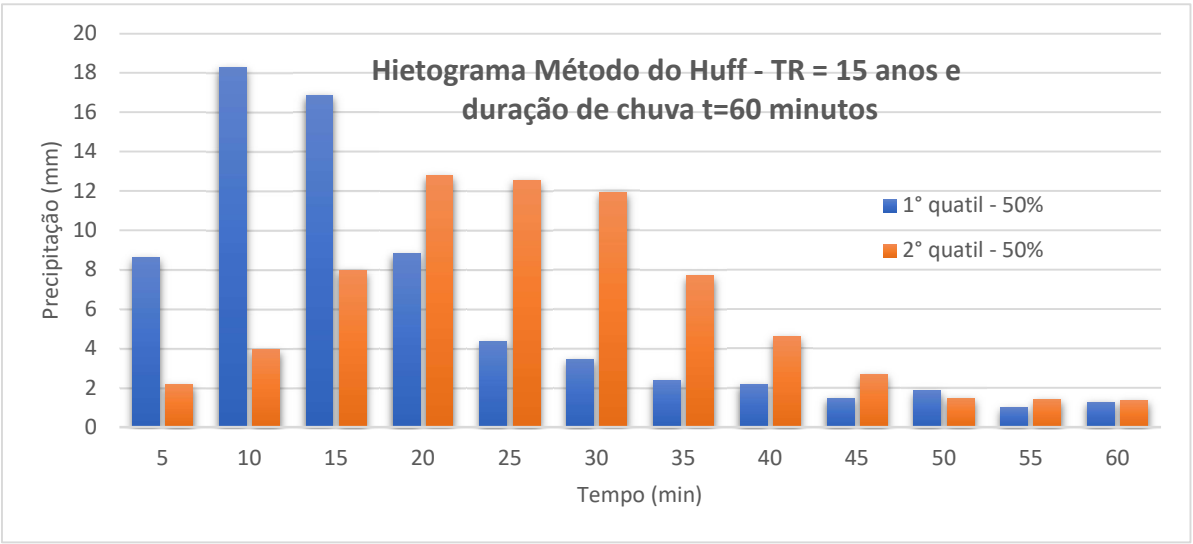
A seguir, serão apresentados os hietogramas de projeto, que ilustram a distribuição temporal das chuvas com base no Método de Huff, considerando tanto o 1º quanto o 2º quartis. Esses hietogramas (Figura 7) são fundamentais para a compreensão do comportamento das precipitações ao longo do tempo, pois permitem uma análise detalhada da intensidade e duração das chuvas. As distribuições foram geradas de acordo com a equação previamente modelada, refletindo as características pluviométricas específicas da região estudada.

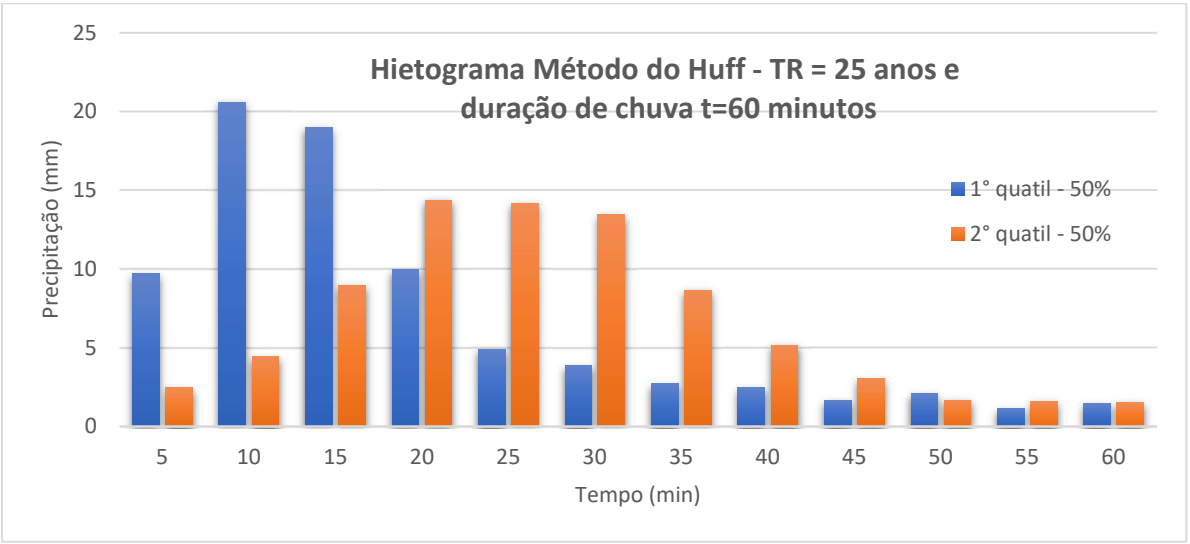
Figura 7 - Hietograma para t = 60 min e TRs = 5 a 100 anos

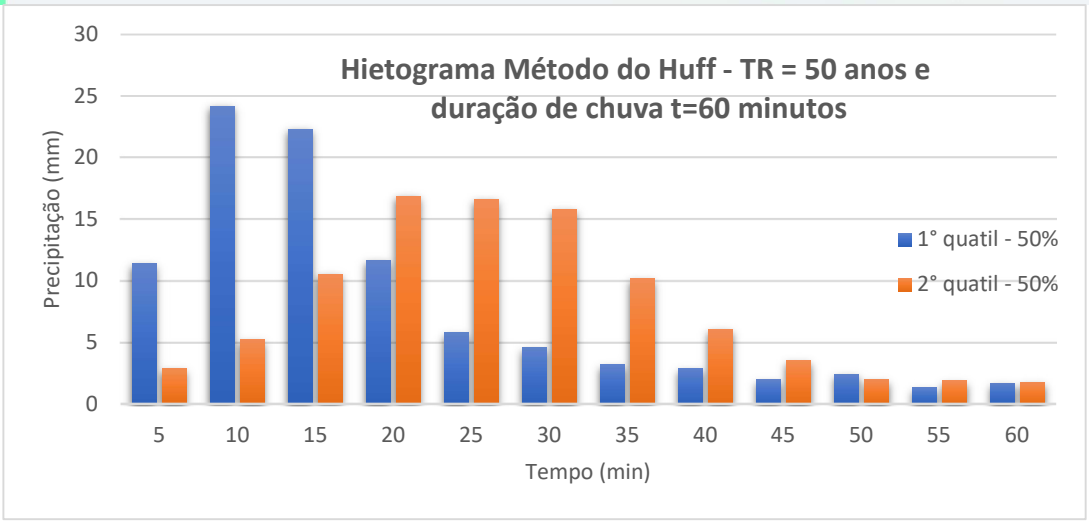


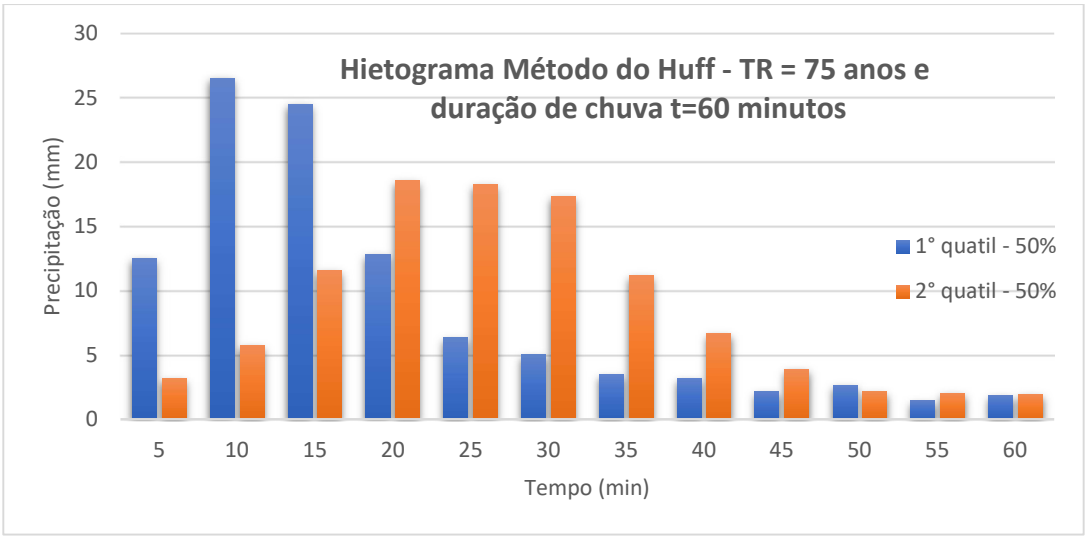
Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br
18 a 22 de novembro
Transmissão online • Evento gratuito
Realização
Apoio Institucional

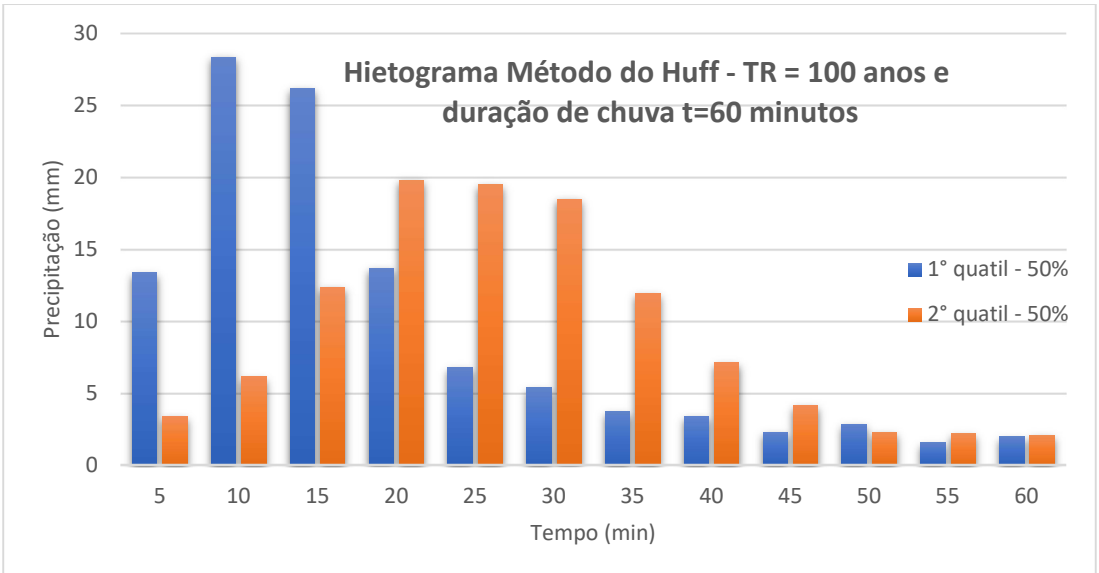












Fonte: Autores, 2024.

5. Conclusões

O estudo sobre a modelagem da equação de chuva e a análise da distribuição temporal para o município de Brejinho, Pernambuco, alcançou seu objetivo de fornecer uma compreensão detalhada do comportamento pluviométrico local. Através da análise dos dados históricos e da aplicação do Método de Huff, foram gerados hietogramas que auxiliam no planejamento de obras de drenagem e na mitigação de inundações, especialmente para eventos de maior intensidade concentrados nos primeiros quartis.

As distribuições temporais de chuva referentes ao 1º e 2º quartis evidenciam diferentes características de precipitação. Por exemplo, as chuvas do 1º quartil apresentam uma duração mais curta em comparação com as do 2º quartil. Para um período de retorno de 5 anos e uma duração crítica de 60 minutos, observa-se uma chuva de pico de 14 mm para o 1º quartil e 9,9 mm para o 2º quartil. No caso do período de retorno de 100 anos, o 1º quartil apresenta um pico de 28,3 mm, enquanto o 2º quartil atinge um pico de 19,8 mm.

Apesar do sucesso na modelagem, o estudo aponta a necessidade de uma atualização contínua dos dados e recomenda a inclusão de fatores como uso do solo e topografia em análises futuras. A expansão para outras regiões semiáridas também seria relevante para validar o modelo. O trabalho, portanto, oferece uma base sólida para o planejamento hidrológico, mas há espaço para aprofundamentos que possam melhorar a gestão dos recursos hídricos e a infraestrutura urbana em Brejinho e nas áreas circunvizinhas.

6. Referências bibliográficas

ABREU, F. G.; ANGELINI SOBRINHA, L.; BRANDÃO, J. L. B. **Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos**. Artigo Técnico. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 2, mar./abr. 2017.

ABREU, F.G. de; ANGELINI SOBRINHA, L.; BRANDÃO, J.L.B. **Análise da distribuição temporal das chuvas em eventos hidrológicos extremos.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 2, p. 239-250, 2017. http://dx.doi.org/10.1590/ s1413-41522016146750.

ABREU, M.C.; CECÍLIO, R.A.; PRUSKI, F.F.; SANTOS, G.R.; ALMEIDA, L.T.; ZANETTIM, S.S. **Critérios para escolha de distribuições de probabilidade em estudos de Eventos extemos de precipitação.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 4, p. 601-613, 2018. http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786334004

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC**). Bacias Hidrográficas de Pernambuco.** Disponível em: https://www.apac.pe.gov.br/bacias-hidrograficas. Acesso em: 01 de nov. 2024.

BORK, C.; CASTRO, A.; LEANDRO, D.; CORRÊA, L.; SIQUEIRA, T. **Índices de precipitação extrema para os períodos atual (1961-1990) e futuro (2011-2100) na Bacia do**

Rio Taquari-Antas, RS. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 46, p. 29-45, 2017. https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170233.

CALOIERO, T. **Analysis of daily rainfall concentration in New Zealand.** Natural Hazards, v. 72, p. 389-404, 2014. https://doi.org/10.1007/s11069-013-1015-1.

CARVALHO, D.F.;SILVA, L.D.B. Apostila de Hidrologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006. 27 p. Disponível em: http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf. Acesso em: 02 mai 2024.

CORDERO, A. **Apostila de Hidrologia.** Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB. Blumenau – SC. 2013. 108 p.

DENARDIN, J.; FREITAS, P. L. Características fundamentais da chuva no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 17, n. 10, p. 1409-1416, 1982.

DENG, S.; LI, M.; SUN, H.; CHEN, Y.; QU, L. ZHANG, X. **Exploring temporal and spatial variability of precipitation of Weizhou Island, South China**. Journal of Hydrology: Regional Studies, v. 9, p. 183-198, 2017. https://doi.org/10.1016/j. ejrh.2016.12.079.

DIAS, É.C.; PENNER, G.C. **Contabilização de Equações de Intensidade-Duração-Frequência Disponíveis no Brasil.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 42, n. 1, p. 209-216, 2019.

FECHINE SOBRINHO, V.; RODRIGUES, J.O.; MENDONÇA, L.A.R.; ANDRADE, E.M.; TAVARES, P.R.L. **Desenvolvimento de equações Intensidade-Duração-Frequência sem dados pluviográficos em regiões semiáridas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 7, p. 727-734, 2014. https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700009

FIORIO, P.R.; DUARTE, S.N.; RODRIGUES, G.O.; MIRANDA, J.H.; COOKE, R.A. **Comparação de equações de chuvas intensas para localidades do estado de São Paulo.** Engenharia Agrícola, v. 32, n. 6, p. 1080-1088, 2012.

GONÇALVES, L. S. Relações Intensidade-Duração-Frequência com base em estimativas de precipitação por satélite. junho 2011. 135f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

GRIEBELER, N.P.; PRUSKI, F.F.; TEIXEIRA, A.F.; OLIVEIRA, L.F.C. **Software para o planejamento e a racionalização de sistemas de terraceamento em nível.** Engenharia Agrícola, v. 25, n. 3, p. 841-851, 2005. https://doi.org/10.1590/ S0100-69162005000300031

HAZBAVI, Z.; SADEGHI, S.H.R. **Potential effects of vinasse as a soil amendment to control runoff and soil loss.** Soil, v. 2, p. 71-78, 2016. https://doi.org/10.5194/soild-2-767-2015

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Instrumentos Meteorológicos.** S/d. Disponível em: . Acesso em: 30 abr. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Nota Técnica nº 001 de 2011: Rede de Estações Meteorológicas Automáticas do INMET.** 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Qualidade: ISO 9001.** S/d. Disponível em: . Acesso em: 20 mai 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Como se mede o índice de chuva?.** 2016. Disponível em: http://www.inpe.br/acessoainformacao/node/402. Acesso em: 10 jul 2024.

MACÊDO, M.N.C.; DIAS, H.C.T.; COELHO, F.M.G.; ARAÚJO, E.A.; SOUZA, M.L.H.; SILVA, E. **Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla,** Amazônia Ocidental. Ambi-Água, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 206-221, 2013. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.809

Mazzilli, C. E. N. (2002). **Pluviometria aplicada ao planejamento urbano e agrícola.** Editora Universitária, São Paulo.

MEDEIROS, C.F. **Notas de Aula: Microdrenagem: um estudo inicial.** Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB. 2002. 196p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Ciclo Hidrológico.** S/d. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br. Acesso em: 26 abr. 2024.

MOREIRA, P.S.P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M.C.; SILVA, D.J.; MARTINS, J.A. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de nova Maringá-MT. Revista de Ciências AgroAmbientais, Alta Floresta, v.8, n.1, p.9-20, 2010.

Pereira, J. F., Souza, M. G., & Oliveira, L. A. (2011). **Modelagem hidrológica aplicada ao planejamento de bacias hidrográficas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 16(2), 123-136.

PFAFSTETTER, O. Chuvas intensas no Brasil. Brasília: Departamento Nacional de Obras e Saneamento, 1957. 246 p.

PORTO, R. L. L.; FILHO, K.Z.; MARCELLINI, S.S. **Notas de Aula: Instrumentos de Medições Climáticas.** Escola Politécnica da USP, SP. 2000.

RANGEL, E.M.; HARTWIG, M.P. **Análise das curvas de intensidade-duração-frequência para a cidade de Pelotas através de uma função de desagregação.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 63-77, 2017. http://dx.doi.org/10.15536/ thema.14.2017.63-77.353



SILVEIRA, A.L.L da. **Equações cumulativas sequenciais do hietograma do método de Chicago.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, n. 3, p. 646-651, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.011615094

SOUZA, R.O.R.M.; SCARAMUSSA, P.H.M.; AMARAL, M.A.C.M.; PEREIRA NETO, J.A.; PANTOJA, A.V.; SADECK, L.W.R. **Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 9, p. 999-1005, 2012. https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000900011

TUCCI, C. E. M et al. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4 ed. Editora: UFRGS/ABRH. Porto Alegre, 2012. 943 p.

Villar, A. C. S. (2015). **Estudos hidrológicos aplicados à gestão de recursos hídricos em áreas urbanas.** Editora Acadêmica, Rio de Janeiro.

YIN, S.; XIE, B.; LIU, B.; NEARING, M.A**. Rainfall erosivity estimation based on rainfall data collected over range of temporal resolutions.** Hydrology and Earth System Sciences, v. 19, p. 4113-4126, 2015. https://doi.org/10.5194/hess-19-4113-2015.