

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TALES DA SILVA CAMPOS

ANÁLISE HIDROLÓGICA EM PARINTINS-AM:
CURVA IDF E COTAS MÁXIMAS DO RIO AMAZONAS

MANAUS

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SEMESTRE LETIVO 2025/1

**ANÁLISE HIDROLÓGICA EM PARINTINS-AM: CURVA IDF E COTAS MÁXIMAS
DO RIO AMAZONAS**

TALES DA SILVA CAMPOS

Relatório Técnico elaborado como parte dos
requisitos da disciplina Estágio Supervisionado
para a integralização dos créditos do curso de
Engenharia Civil

Professora-Orientadora: Maria de Nazaré Alves
da Silva

Supervisor: Elias Simão Assayag

Empresa: Laboratório de Hidráulica – Faculdade
de Tecnologia - UFAM

Manaus, 11 de Maio de 2025

Resumo

Este relatório de estágio supervisionado apresenta uma análise hidrológica em Parintins-AM, com foco na Curva Intensidade-Duração-Frequência e nas cotas máximas do Rio Amazonas. O estudo, realizado entre março e junho de 2025, teve como objetivo geral analisar índices pluviométricos e níveis do rio, enquanto os objetivos específicos incluíram coleta de dados, estabelecimento da equação de chuvas (Curva IDF), relação Cota X Tempo de Retorno e visitas técnicas. Os resultados permitiram compreender o comportamento da precipitação e das cotas do Rio Amazonas na cidade, essenciais para gestão de recursos hídricos e prevenção de enchentes. A experiência contribuiu para o aprimoramento técnico e profissional, fortalecendo a integração entre teoria e prática e a preparação para as demandas do mercado de trabalho em engenharia.

Palavras-chave: Análise hidrológica; Curva Intensidade-Duração-Frequência; Cotas do Rio Amazonas; Parintins-AM

Abstract

This supervised internship report presents a hydrological analysis in Parintins-AM, focusing on the Intensity-Duration-Frequency Curve and the maximum water levels of the Amazon River. The study, conducted between March and June 2025, aimed to analyze rainfall indices and river levels, with specific objectives including data collection, establishing the rainfall equation (IDF Curve), the relationship between Water Level X Return Period, and technical visits. The results provided an understanding of precipitation patterns and Amazon River water levels in the city, which are essential for water resource management and flood prevention. The experience contributed to technical and professional development, strengthening the integration between theory and practice and preparing for the demands of the engineering job market.

Keywords: Hydrological analysis; Intensity-Duration-Frequency Curve; Amazon River water levels; Parintins-AM

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cidade de Parintins.....	9
Figura 2 - Escola Estadual Irmã Sá após chuva intensa	10
Figura 3 - Escola Estadual Padre Jorge Frezzini após chuva intensa.....	10
Figura 4 - Casas e comércios à beira da Lagoa da Francesa	11
Figura 5 - Estacionamento do Porto de Parintins em período de cheia do Rio Amazonas	11
Figura 6 - Mapa da localização das Estações A123 e 82240	13
Figura 7 - Local de funcionamento possível da Estação 82240 desativada, segundo coordenadas do INMET	13
Figura 8 - Curva IDF	20
Figura 9 - Localização da Estação 16350002 no Porto de Parintins	22
Figura 10 - Tr X Cota Máxima Provável	24
Figura 11 - Prédio do Porto de Parintins	25
Figura 12 - Local de medição da cota do Rio Amazonas.....	25
Figura 13 - Régua de medição.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização das Estações	12
Tabela 2 - Precipitações Máximas Anuais	14
Tabela 3 - Série histórica de precipitações máximas ajustada	15
Tabela 4 - Período de Retorno e Probabilidade de ser igualada ou superada.....	16
Tabela 5 - Resultados do Teste K-S	17
Tabela 6 - Alturas máximas prováveis de 1 dia - h[mm]	18
Tabela 7 - Alturas máximas prováveis - h[mm]	18
Tabela 8 - Intensidades máximas prováveis – i (mm/min)	19
Tabela 9 - Parâmetros da Curva IDF	19
Tabela 10 - Intensidades máximas calculadas - i(mm/min)	20
Tabela 11 - Cotas do Rio Amazonas em Parintins	21
Tabela 12 - Dados das cotas	22
Tabela 13 - Resultados do Teste K-S	23
Tabela 14 - Risco X Cota Máxima Provável.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. ASPECTOS GERAIS DA REGIÃO	8
2.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO NA REGIÃO	9
3. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	11
3.1 CAPTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA CIDADE DE PARINTINS/AM.....	12
3.2 ESTUDO E ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DAS CHUVAS MÁXIMAS ANUAIS: FORMULAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS (CURVA IDF).....	16
3.3 CAPTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS COTAS DO RIO AMAZONAS NA CIDADE DE PARINTINS/AM.	21
3.4 VISITAS AOS LOCAIS DE MEDIÇÃO	24
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio supervisionado tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas durante o período de estágio na área de Hidrologia na cidade de Parintins/AM. O estágio proporcionou vivência prática acerca dos desafios e responsabilidades inerentes aos estudos hidrológicos, assim como a aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação acadêmica em Engenharia Civil.

Durante o estágio, realizaram-se diversas atividades relacionadas à coleta de dados, ao desenvolvimento de análises e às conclusões decorrentes da aplicação prática de conhecimentos relacionados à Hidrologia. A gestão eficiente desse estudo requer habilidades técnicas, além de uma visão ampla para garantir que diferentes aspectos relacionados ao trabalho sejam incorporados.

Neste relatório, são apresentados os principais aspectos do estágio, incluindo a descrição das atividades realizadas, os desafios enfrentados e as soluções adotadas para superá-los. São abordados também as aprendizagens e competências desenvolvidas ao longo do estágio, assim como a importância da experiência prática na consolidação dos conhecimentos teóricos e na formação profissional.

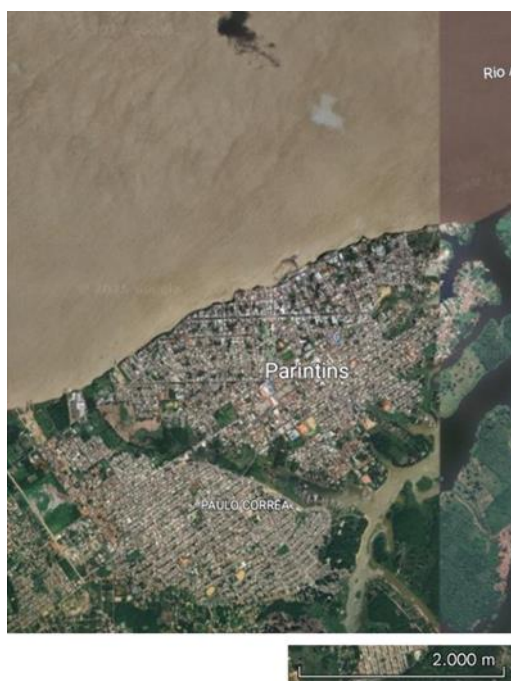
Este trabalho tem como foco principal a aplicação prática de conhecimentos hidrológicos, visando à determinação da curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para o município de Parintins e ao cálculo das cotas máximas prováveis do rio Amazonas para diferentes períodos de retorno. Embora fundamentado em pressupostos teóricos consolidados na literatura especializada, o estudo não se detém na explanação detalhada desses referenciais, uma vez que seu objetivo central reside na demonstração metodológica e nos resultados obtidos a partir da análise de dados e do trabalho de campo. Dessa forma, prioriza-se a articulação entre os conceitos hidrológicos e sua operacionalização, destacando a relevância dessas aplicações para o planejamento e a gestão de recursos hídricos na região.

2. ASPECTOS GERAIS DA REGIÃO

A região de estudo para o desenvolvimento das atividades de estágio foi a cidade de Parintins. O município conta com uma população estimada para o ano de 2024 de 101.956 habitantes (IBGE, 2024), sendo a 4º cidade mais populosa do estado do Amazonas com uma área de aproximadamente 5.956,048 km².

De acordo com Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a cidade apresenta, entre os meses de janeiro e julho, os períodos de maiores chuvas e de menores temperaturas, variando entre 24°C e 29°C. Nos demais meses do ano, as temperaturas variam entre 25°C e 34°C, caracterizando uma região com baixa variação de amplitude entre os meses mais quentes e os mais frios. Na figura 1 a seguir, ilustra-se a área que compõem o município:

Figura 1 - Cidade de Parintins



Fonte: Elaborado no ambiente Google Earth (2025)

2.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO NA REGIÃO

Por estar localizada em uma zona banhada pelo rio Amazonas, assim como outros municípios do estado, a cidade de Parintins também sofre com elevações anormais das cotas do nível d'água. Além disso, tais variações tanto no nível do rio quanto nos índices de chuvas podem causar inúmeros problemas nos âmbitos sociais, ambientais e econômicos caso não sejam previamente determinados e considerados nos mais diversos projetos de engenharia com elevado grau de segurança.

As Escolas Estaduais Irmã Sá e Padre Jorge Frezzini, localizadas na Rua Itacoatiara, no bairro Nossa Sra. de Nazaré, e na Rua Armando Prado, no Centro da cidade, respectivamente, exemplificam as consequências da execução de sistemas de drenagem sem a devida consideração ao volume potencial das chuvas, bem como à ausência de manutenções

eficazes nesses sistemas. Nas figuras 2 e 3 é possível observar a situação crítica que essas instituições frequentemente enfrentam durante o período de inverno amazônico.

Figura 2 - Escola Estadual Irmã Sá após chuva intensa



Fonte: Portal Norte (2024)

Figura 3 - Escola Estadual Padre Jorge Frezzini após chuva intensa



Fonte: Portal Norte (2024)

De forma semelhante, o Circuito Escorpião, localizado na Rua Mozart de Freitas, no bairro Emílio Moreira – importante ponto da cidade destinado à prática de atividades físicas e à realização de eventos – também enfrenta esse tipo de problema.

Quanto às enchentes, as casas e ruas localizadas nas proximidades da Lagoa da Francesa, no bairro Francesa, são constantemente atingidas com a elevação do nível d'água, conforme ilustrado na figura 4. O porto da cidade, como pode ser visto na figura 5 a seguir, igualmente sofre com essas ocorrências, o que pode impactar significativamente o setor econômico do município, por se tratar de um dos principais canais de transporte de mercadorias e de pessoas da região.

Figura 4 - Casas e comércios à beira da Lagoa da Francesa



Fonte: Portal Norte (2024)

Figura 5 - Estacionamento do Porto de Parintins em período de cheia do Rio Amazonas



Fonte: Claudemir Andrade (2009)

Assim, destaca-se a importância da realização de estudos relacionados aos índices pluviométricos e as cotas do Rio Amazonas na cidade.

3. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Para o desenvolvimento das atividades de estágio, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

- Realizar estudos sobre os índices pluviométricos e os níveis do Rio Amazonas na cidade de Parintins.

Objetivos Específicos:

- Coletar e analisar dados pluviométricos e de cotas do Rio Amazonas
- Estabelecer a equação de chuvas (Curva IDF)
- Elaborar a relação Cota X Tempo de Retorno
- Realizar visitas a locais diretamente relacionados aos objetivos previamente estabelecidos.

3.1 CAPTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA CIDADE DE PARINTINS/AM

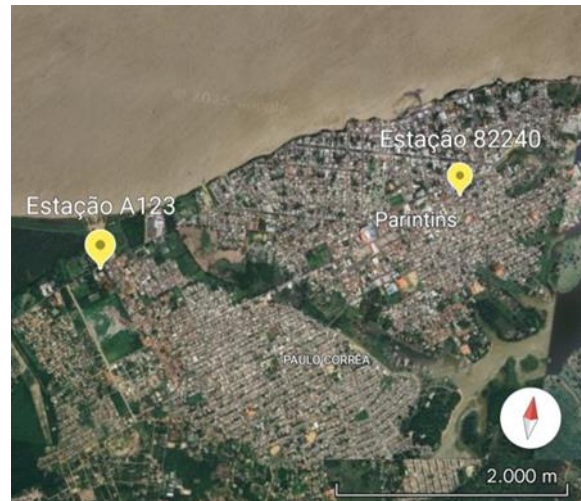
Para o levantamento dos dados pluviométricos referentes à cidade de Parintins consultou-se o histórico de banco de dados disponível nas plataformas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do INMET. Para essa localidade, encontraram-se duas estações que mais se aproximam do município: a primeira, ainda em funcionamento, mas que apresenta dados somente a partir de 2008, fornecidos pela ANA; e a segunda, embora desativada, possui dados desde 1976, fornecidos pelo INMET. Dessa forma, ambas foram utilizadas para ter uma maior amplitude de medições. Esses dados estão apresentados na tabela 1 e a localização das estações são ilustradas na figura 6.

Tabela 1 - Localização das Estações

Município	Estação	Altitude	Latitude	Longitude	Situação	Período
Parintins	A123	18.72	2°38'21''S	56°45'22''W	Operante	10/04/08 até 11/12/24
	82240	29	2°37'48''S	56°43'48''W	Desativada	01/01/76 até 29/01/2016

Fonte: Adaptado de ANA e INMET (2025)

Figura 6 - Mapa da localização das Estações A123 e 82240



Fonte: Elaborado no ambiente Google Earth (2025)

De acordo com as coordenadas, a estação 82240 encontra-se cerca de 10 m acima da estação A123. Na localização fornecida pelo INMET, como visto pela figura 7, não há atualmente nenhuma repartição pública onde essa estação automática de medição poderia ter funcionado no passado há quase 9 anos, não sendo possível determinar a causa dessa diferença de altitude.

Figura 7 - Local de funcionamento possível da Estação 82240 desativada, segundo coordenadas do INMET



Fonte: Autor (2025)

Em seguida, coletaram-se os dados pluviométricos e organizaram-se em ordem crescente conforme demonstrado na tabela 2 a seguir. Os dados brutos foram baixados em

arquivo no formato CSV. Para a construção da série histórica, os passos a seguir foram realizados:

- 1) Determinação de quais séries estão completas e quais estão incompletas, sendo considerada completa a série que apresenta medições de precipitação em todos os dias do ano, e incompletas aquelas que apresentam falhas de dias, semanas ou meses de medições.

Tabela 2 - Precipitações Máximas Anuais

Ano	Precipitação Máxima (mm)	Data da Máxima	Condição dos dados no ano	Ano	Precipitação Máxima (mm)	Data da Máxima	Condição dos dados no ano
1976	90	29/11/1976	incompleto	2001	125,4	10/04/2001	completo
1977	89,8	03/02/1977	completo	2002	150,7	05/04/2002	completo
1978	70,3	22/02/1978	completo	2003	96,3	14/04/2003	incompleto
1979	100	19/04/1979	completo	2004	-	-	incompleto
1980	80,6	04/06/1980	completo	2005	89,8	23/11/2005	incompleto
1981	74,1	17/01/1981	completo	2006	106,1	17/04/2006	completo
1982	91,4	07/03/1982	completo	2007	111,6	21/02/2007	completo
1983	85,1	31/03/1983	completo	2008	137	01/01/2008	completo
1984	130	13/02/1984	completo	2009	161,2	24/02/2009	completo
1985	108,1	22/02/1985	completo	2010	124,5	16/04/2010	completo
1986	90,6	07/04/1986	completo	2011	102,2	14/02/2011	completo
1987	87,4	25/12/1987	completo	2012	92,6	15/07/2012	completo
1988	87,6	17/02/1988	completo	2013	128,9	24/03/2013	completo
1989	109	07/11/1989	completo	2014	82,1	11/01/2014	incompleto
1990	71,6	08/04/1990	completo	2015	111	03/05/2015	incompleto
1991	-	-	incompleto	2016	81	12/01/2016	incompleto
1992	-	-	incompleto	2017	31,8	24/07/2017	incompleto

Fonte: Autor (2025)

- 2) Nos anos com dados completos, determinou-se o período em que aconteceram as máximas precipitações, correspondente aos meses de janeiro a julho de cada ano para essa localidade.
- 3) Nas séries incompletas, verificou-se se o período em que ocorreram as máximas está contemplado na série analisada. Em caso afirmativo, registrou-se a maior precipitação desse período; caso contrário, a série foi descartada.

Após a execução dos passos anteriores, foi possível determinar a série histórica de precipitações anuais para a cidade de Parintins, conforme apresentado na tabela 3:

Tabela 3 - Série histórica de precipitações máximas ajustada

Ano	Máxima Anual (mm)	Data da Máxima	Ano	Máxima Anual (mm)	Data da Máxima
1976	71,2	16/02/1976	1997	98,7	24/04/1997
1977	89,8	03/02/1977	1998	160,1	09/03/1998
1978	70,3	22/02/1978	1999	149,1	01/03/1999
1979	100,0	19/04/1979	2000	122,1	17/05/2000
1980	80,6	04/06/1980	2001	125,4	10/04/2001
1981	74,1	17/01/1981	2002	150,7	05/04/2002
1982	91,4	07/03/1982	2003	96,3	14/04/2003
1983	85,1	31/03/1983	2006	106,1	17/04/2006
1984	130,0	13/02/1984	2007	111,6	21/02/2007
1985	108,1	22/02/1985	2008	137,0	01/01/2008
1986	90,6	07/04/1986	2009	161,2	24/02/2009
1987	61,5	12/03/1987	2010	124,5	16/04/2010
1988	87,6	17/02/1988	2011	102,2	14/02/2011
1989	92,8	20/03/1989	2012	92,6	15/07/2012
1990	71,6	08/04/1990	2013	128,9	24/03/2013
1993	75,0	05/05/1993	2019	124,0	09/04/2019
1994	80,0	03/03/1994	2020	65,2	19/03/2020
1995	72,5	24/05/1995	2023	79,0	09/03/2023
1996	85,0	11/04/1996	2024	156,4	01/03/2024

Fonte: Autor (2025)

Vale ressaltar que, para os anos de 1991, 1992, 2004, 2005, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2022, os dados foram desconsiderados pela ausência total de dados pluviométricos ou pela presença de falhas nas medições durante o período. Ademais, também realizou-se o cálculo do Período de Retorno e Probabilidade de Recorrência conforme os valores apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Período de Retorno e Probabilidade de ser igualada ou superada

Ordem	Precipitação o h (mm)	Tr (anos)	P (= >h)		Orde m	Precipitação o h (mm)	Tr (anos)	P (= >h)
1	161,2	38,00	0,0263		20	92,8	1,90	0,5263
2	160,1	19,00	0,0526		21	92,6	1,81	0,5526
3	156,4	12,67	0,0789		22	91,4	1,73	0,5789
4	150,7	9,50	0,1053		23	90,6	1,65	0,6053
5	149,1	7,60	0,1316		24	89,8	1,58	0,6316
6	137	6,33	0,1579		25	87,6	1,52	0,6579
7	130	5,43	0,1842		26	85,1	1,46	0,6842
8	128,9	4,75	0,2105		27	85	1,41	0,7105
9	125,4	4,22	0,2368		28	80,6	1,36	0,7368
10	124,5	3,80	0,2632		29	80	1,31	0,7632
11	124	3,45	0,2895		30	79	1,27	0,7895
12	122,1	3,17	0,3158		31	75	1,23	0,8158
13	111,6	2,92	0,3421		32	74,1	1,19	0,8421
14	108,1	2,71	0,3684		33	72,5	1,15	0,8684
15	106,1	2,53	0,3947		34	71,6	1,12	0,8947
16	102,2	2,38	0,4211		35	71,2	1,09	0,9211
17	100	2,24	0,4474		36	70,3	1,06	0,9474
18	98,7	2,11	0,4737		37	65,2	1,03	0,9737
19	96,3	2,00	0,5000		38	61,5	1,03	0,9744

Fonte: Autor (2025)

3.2 ESTUDO E ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DAS CHUVAS MÁXIMAS ANUAIS: FORMULAÇÃO DA EQUAÇÃO DE CHUVAS (CURVA IDF).

A intensidade da chuva pode ser expressa pela seguinte equação 1, conforme evidenciado por diversos estudos no Brasil, a exemplo dos trabalhos de Pfafstetter (1957), Oliveira et al. (2005), Santos et al. (2009) e Aragão et al. (2013).

$$i = \frac{KTr^m}{(t+)^n} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

i = intensidade [mm/min] ou [mm/h];

Tr = Período de recorrência ou período de retorno [anos];

t = duração [min] ou [horas];

K, m, to e n = Parâmetros próprios do local.

Assim, com os dados pluviométricos realizou-se o teste de aderência estatística de Kolmogorov-Smirnov (K-S) com o intuito de descobrir se a série histórica tende a seguir alguma distribuição estatística teórica conhecida. De acordo com Naghettini e Pinto (2007), esse teste consiste na avaliação da amplitude em módulo entre às probabilidades empíricas ou observadas (P_{emp}) e as probabilidades calculadas (P_{calc}) em função da distribuição adotada. O critério de aceitação da hipótese está relacionado com o enquadramento da amplitude ao limite máximo de diferença entre as probabilidades, o qual varia de acordo com o nível de significância (α) adotado. Para o caso de $\alpha = 5\%$, a amplitude máxima corresponde a:

$$\max|P_{calc} - P_{emp}| \leq \frac{1,3581}{\sqrt{n}} \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo que n corresponde ao tamanho da amostra e a probabilidade empírica é dada por:

$$P_{emp} = 1 - \frac{1}{T_R} \quad \text{Eq. 3}$$

Assim, realizou-se o referido teste para a distribuição normal e foram encontrados os seguintes valores apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Resultados do Teste K-S

		Parintins
Dist. Normal	n	38
	α	5%
	$ P_{calc}-P_{obs} $	0,095
	$\max P_{calc}-P_{obs} $	0,215
	Situação	Ajusta-se

Fonte: Autor (2025)

Como $|P_{calc}-P_{obs}| < \max|P_{calc}-P_{obs}|$, conclui-se que a série histórica segue a distribuição normal. Dessa forma, partiu-se para a determinação das alturas máximas prováveis estabelecendo-se inicialmente as alturas máximas prováveis para um dia. Os valores encontrados são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Alturas máximas prováveis de 1 dia - h[mm]

Tr (anos)	h (mm)
2	98,14739
5	123,45249
10	140,20667
20	156,27768
50	177,07996
100	192,66834

Fonte: Autor (2025)

Assim, foram estimadas as alturas máximas prováveis (h) para as durações (t) de 5, 10, 15, 20 e 30 minutos, bem como para 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas, apresentadas na tabela 7.

Para se determinar a intensidade máxima provável, faz-se necessário da utilização da equação 4:

$$i_{\text{máximaproável}} = \frac{h_{\text{máxima}}}{t} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde:

$h_{\text{máxima}}$ = altura de precipitação [mm] calculada anteriormente

t = duração [min]

Tabela 7 - Alturas máximas prováveis - h[mm]

Duração (min)	Tr (anos)					
	2	5	10	20	50	100
5	11,82343	14,87184	16,89015	18,82616	21,33213	23,21000
10	18,77839	23,61998	26,82553	29,90037	33,88044	36,86294
15	24,34236	30,61849	34,77383	38,75974	43,91909	47,78529
20	28,16759	35,42997	40,23829	44,85056	50,82066	55,29441
30	34,77480	43,74070	49,67691	55,37106	62,74155	68,26470
60	46,99297	59,10905	67,13095	74,82575	84,78588	92,24960
360	80,55938	101,32980	115,08164	128,27272	145,34723	158,14217
480	87,27266	109,77395	124,67177	138,96212	157,45950	171,32069
600	91,74818	115,40339	131,06520	146,08838	165,53435	180,10636
720	95,10482	119,62546	135,86026	151,43307	171,59048	186,69562
1440	111,88802	140,73584	159,83560	178,15656	201,87115	219,64190

Fonte: Autor (2025)

Assim, as alturas máximas prováveis foram convertidas em intensidades máximas prováveis e apresentadas na tabela 8, com os mesmos períodos de retorno e durações.

Tabela 8 - Intensidades máximas prováveis – i (mm/min)

Duração (min)	Tr (anos)					
	2	5	10	20	50	100
5	2,364686	2,974368	3,378030	3,765232	4,266426	4,642000
10	1,877839	2,361998	2,682553	2,990037	3,388044	3,686294
15	1,622824	2,041233	2,318256	2,583983	2,927939	3,185686
20	1,408379	1,771498	2,011915	2,242528	2,541033	2,764721
30	1,159160	1,458023	1,655897	1,845702	2,091385	2,275490
60	0,783216	0,985151	1,118849	1,247096	1,413098	1,537493
360	0,223776	0,281472	0,319671	0,356313	0,403742	0,439284
480	0,181818	0,228696	0,259733	0,289504	0,328041	0,356918
600	0,152914	0,192339	0,218442	0,243481	0,275891	0,300177
720	0,132090	0,166146	0,188695	0,210324	0,238320	0,259299
1440	0,077700	0,097733	0,110997	0,123720	0,140188	0,152529

Fonte: Autor (2025)

A partir dos valores estimados com base nas intensidades máximas prováveis para cada caso estudado, com o emprego da ferramenta Solver do software Microsoft Excel, foram estimados os parâmetros K, m, n e to, conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros da Curva IDF

K	m	to	n
12,98831243	0,16340512	8,26115497	0,681368767

Fonte: Autor (2025)

Dessa forma, tornou-se possível estabelecer a seguinte equação IDF para o município de Parintins com os termos i [mm/min], Tr [anos] e t [min] por meio da substituição substituindo dos valores dos parâmetros acima na equação 5.

$$i = \frac{12,98831243 \cdot T_R^{0,16340512}}{(t + 8,26115497)^{0,681368767}}$$

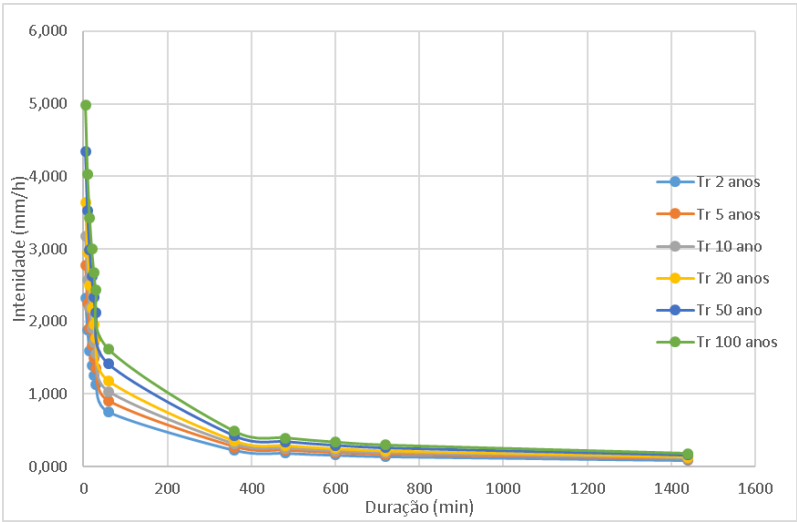
Assim, determinou-se a Curva IDF para diferentes períodos de retorno, como apresentado na tabela 10 e na figura 8:

Tabela 10 - Intensidades máximas calculadas - i(mm/min)

Duração (min)	Tr (anos)					
	2	5	10	20	50	100
5	2,49948594	2,90319451	3,25136687	3,64129462	4,22942428	4,73664784
10	2,00991007	2,33454399	2,61451961	2,92807197	3,40100431	3,80887767
15	1,70436537	1,97964874	2,21706273	2,48294914	2,88398673	3,22985556
20	1,49261256	1,73369432	1,94161165	2,17446395	2,52567606	2,82857364
30	1,21422914	1,41034735	1,57948654	1,76891014	2,05461856	2,30102347
60	0,81845337	0,95064721	1,06465579	1,19233712	1,38491940	1,55100908
360	0,25956377	0,30148764	0,33764425	0,37813702	0,43921244	0,49188602
480	0,21418002	0,24877365	0,27860841	0,31202118	0,36241779	0,40588159
600	0,18439559	0,21417855	0,23986441	0,26863071	0,31201904	0,34943865
720	0,16310584	0,18945014	0,21217039	0,23761542	0,27599427	0,30909352
1440	0,10210340	0,11859480	0,13281756	0,14874602	0,17277097	0,19349094

Fonte: Autor (2025)

Figura 8 - Curva IDF



Fonte: Autor (2025)

Da figura 8, observa-se de maneira visual o comportamento da intensidade de chuva na cidade de Parintins. Sabe-se que projetos de engenharia no campo da hidrologia consideram diferentes períodos de retorno dependendo do tipo de projeto e que trabalhos envolvendo grandes infraestruturas exigem períodos de retorno mais longos, como é comum nas diversas normas técnicas. Considerando um determinado tempo de duração de chuva, nota-se no gráfico a intensidade de chuva maior para projetos que exigem períodos de retorno mais longos. Além disso, observa-se que intensidades de chuvas são maiores em curtas durações do que em durações mais longas. A característica do formato de tais curvas coaduna com os comportamentos esperados, pois eventos hidrológicos de maiores magnitudes tendem

a ocorrer com maior probabilidade conforme se amplia o intervalo de tempo e com maiores intensidades em curtos intervalos de tempo.

3.3 CAPTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS COTAS DO RIO AMAZONAS NA CIDADE DE PARINTINS/AM.

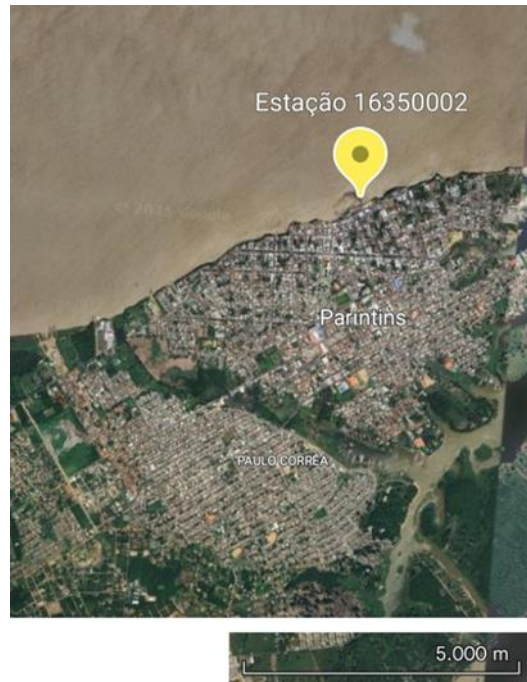
De maneira similar à realizada para os dados pluviométricos, estabeleceram-se os dados referentes às cotas do Rio Amazonas na cidade de Parintins que estão apresentados na tabela 11. A série histórica possui dados que correspondem ao período de 1967 até 2024 e são provenientes da estação localizada no Porto de Parintins conforme ilustrado na figura 9:

Tabela 11 - Cotas do Rio Amazonas em Parintins

Ano	Cota Máxima (m)	Ano	Cota Máxima (m)	Ano	Cota Máxima (m)
2024	7,09	2005	8,16	1986	8,02
2023	8,30	2004	7,39	1985	3,88
2022	9,28	2003	7,88	1984	4,45
2021	9,47	2002	8,28	1983	6,63
2020	8,46	2001	8,20	1982	9,74
2019	9,02	2000	8,46	1981	8,02
2018	8,21	1999	8,86	1980	7,53
2017	8,82	1998	7,21	1979	9,33
2016	7,03	1997	8,81	1978	9,78
2015	9,19	1996	8,40	1977	8,46
2014	9,34	1995	7,52	1976	9,00
2013	9,04	1994	8,62	1975	8,94
2012	9,27	1993	9,35	1974	7,84
2011	8,50	1992	2,60	1973	10,60
2010	8,03	1991	8,02	1972	10,42
2009	9,36	1990	7,82	1971	10,79
2008	8,55	1989	8,95	1970	10,19
2007	8,13	1988	7,72	1969	9,80
2006	8,82	1987	7,82	1968	8,70
				1967	6,75

Fonte: adaptado da ANA (2025)

Figura 9 - Localização da Estação 16350002 no Porto de Parintins



Fonte: Elaborado no ambiente Google Earth (2025)

Dessa forma, foram estabelecidos os valores estatísticos, apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Dados das cotas

Município	Estação	Cota Média (m)	Desvio Padrão
Parintins	16350002	8,325	1,4407

Fonte: Autor (2025)

Em trabalhos como o de Souza (2021), o teste K-S verifica o ajuste de séries históricas de cotas fluviais a distribuições como normal, log-normal e gumbel, demonstrando sua eficácia na identificação da melhor distribuição para modelagem de eventos extremos. Os resultados obtidos pelo autor reforçam a aplicabilidade do teste K-S em estudos hidrológicos, especialmente no que se refere à aderência à distribuição normal, demonstrando um maior ajuste a tal distribuição estatística.

Dessa forma, com a posse de tais dados, realizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov a fim de determinar se tal série histórica tende a seguir a distribuição teórica conhecida e obtiveram-se os seguintes valores na tabela 13:

Tabela 13 - Resultados do Teste K-S

	Parintins	
	n	58
	α	5%
	$ P_{calc}-P_{obs} $	0,1560
	$max P_{calc}-P_{obs} $	0,1785
	Situação	Ajusta-se

Fonte: Autor (2025)

Como $|P_{calc}-P_{obs}| < max|P_{calc}-P_{obs}|$, conclui-se que a série histórica segue uma distribuição normal. Dessa forma, partiu-se para a determinação das cotas máximas prováveis juntamente com o risco hidrológico sendo adotada como função de cálculo das cotas a inversa da distribuição normal. Os valores encontrados são apresentados na tabela 14:

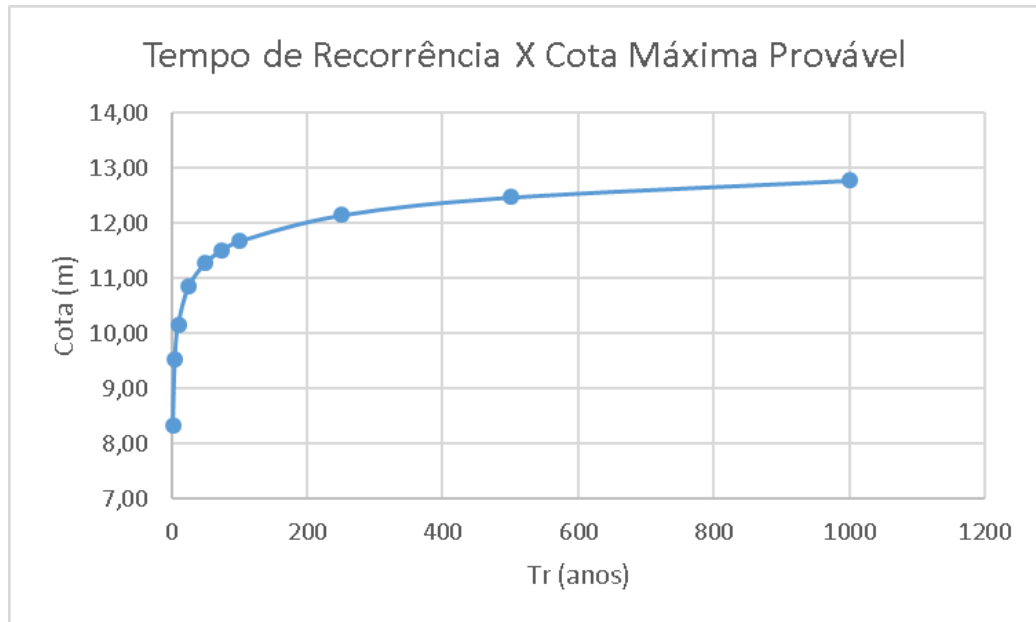
Tabela 14 - Risco X Cota Máxima Provável

Tr (anos)	Risco Hidrológico	z	Cota Máxima Anual Provável (m)
2	50,0%	0	8,3250
5	20,0%	0,8416	9,5375
10	10,0%	1,2816	10,1714
25	4,0%	1,7507	10,8473
50	2,0%	2,0537	11,2839
75	1,3%	2,2164	11,5182
100	1,0%	2,3263	11,6766
250	0,4%	2,6521	12,1459
500	0,2%	2,8782	12,4716

Fonte: Autor (2025)

Por fim, representou-se graficamente a relação Cotas x Tr para diferentes períodos de retorno, como evidenciado na figura 10.

Figura 10 - Tr X Cota Máxima Provável



Fonte: Autor (2025)

Na figura 10, é possível visualizar o comportamento da curva que relaciona as cotas máximas prováveis para diferentes períodos de retorno. Nota-se que à medida que o tempo de recorrência (Tr) aumenta, a cota máxima provável também cresce, indicando que eventos mais raros (ex.: cheias com $Tr = 1000$ anos) estão associados a cotas mais elevadas. A curva sugere uma relação não linear entre Tr e cota. Por exemplo, o incremento de cota é mais acentuado entre $Tr = 0$ ano e $Tr = 200$ anos do que em intervalos maiores (ex.: $Tr = 200$ a 800 anos). A rápida elevação da cota em Tr pequenos revela que eventos frequentes (ex.: cheias anuais ou decenais) já atingem cotas significativas, fato já constatado e exemplificado anteriormente neste trabalho por meio de fotografias em diferentes pontos da cidade.

3.4 VISITAS AOS LOCAIS DE MEDIÇÃO

Com o intuito de enriquecimento profissional ligados às atividades realizadas durante o período de estágio, realizaram-se visitas aos locais de medição das séries históricas utilizadas no trabalho na cidade de Parintins. As medições neste município estão instaladas no porto da cidade e possuem facilidade de localização, como observado a seguir.

Figura 11 - Prédio do Porto de Parintins



Fonte: Autor (2025)

Figura 12 - Local de medição da cota do Rio Amazonas



Fonte: Autor (2025)

Figura 13 - Régua de medição



Fonte: Autor (2025)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estágio permitiu a aplicação prática de conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da graduação, especialmente no que diz respeito à determinação da curva Intensidade-Duração-Frequência para o município de Parintins e ao cálculo das cotas máximas prováveis do rio Amazonas para diferentes períodos de retorno. A visita aos locais de medição foi fundamental para compreender as particularidades do ambiente estudado, como as condições hidrológicas e as características geomorfológicas da região. Essa integração entre teoria e prática não somente enriqueceu as análises, mas também destacou a importância do trabalho de campo para a validação dos dados e refinamento dos métodos empregados.

A determinação da curva IDF e das cotas máximas prováveis revelou-se essencial para a gestão de recursos hídricos e o planejamento de infraestruturas no município, fornecendo subsídios técnicos para a prevenção de eventos extremos, como enchentes e alagamentos. A coleta de dados e a visita in loco, aliada ao processamento e análise das informações, permitiu a obtenção de resultados mais precisos e contextualizados, reforçando a relevância de estudos hidrológicos para a realidade local.

Por fim, o estágio proporcionou uma visão abrangente das etapas envolvidas em estudos hidrológicos, desde a coleta de dados até a interpretação dos resultados, consolidando a formação acadêmica e preparando o estagiário para futuros desafios profissionais. A ligação entre os conceitos teóricos e a prática em campo, além de ampliar o entendimento sobre os processos hidrológicos, também evidenciou a importância de abordagens multidisciplinares para a solução de problemas reais. Os resultados obtidos contribuem não apenas para o acervo técnico-científico de Parintins, mas também para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de gestão de riscos e recursos hídricos em Parintins.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Claudemir. **Fotografias do Porto de Parintins**. Blog do Claudemir Andrade, Parintins, 12 maio 2009. Disponível em: <https://blogdoclaudemirandrade.blogspot.com/2009/05/porto-de-parintins-que-fique-de-licao.html>. Acesso em: 25 jun. 2025.

ARAGÃO, Ricardo de *et al.* Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 243-252, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **HidroWeb: Séries Históricas**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 08 mai. 2025.

BOECHAT, Daniel. **Chuva em Parintins invade escolas e aulas são suspensas**. Portal Norte, Parintins, 9 abr. 2024. Disponível em: <https://portalnorte.com.br/noticias/2024/04/09/video-chuva-em-parintins-invade-escolas-e-aulas-sao-suspensas/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama do município de Parintins**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/parintins/panorama>. Acesso em: 08 mai. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados Históricos**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 10 mai. 2025.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia Estatística**. 1.ed. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho de *et al.* Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.

PFAFSTETTER, Otto. **Chuvvas intensas no Brasil**. Brasília: Departamento Nacional de Obras e Saneamento, 1957. 246 p.

SANTOS, Glenio Guimarães *et al.* Intensidade-duração-frequência de chuvas para o Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 899-905, 2009. Suplemento.

SILVA, José Matheus Rocha da. **Análise de frequência: cotas e vazões do rio Solimões, máximas e mínimas, na estação 14100000 - Manacapuru**. 2023. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

SOUZA, Lucas Vinicius Palheta de. **Estudo de frequência das cotas máximas anuais do rio Negro, em Manaus - AM, antes e depois do evento extremo de 2021 e efeitos em risco e segurança nas obras de engenharia na área de inundação**. 2021. 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

VIEIRALVES, Guilherme Freire. **Vazão de projeto de obras de drenagem pluvial urbana nos municípios de Iranduba, Novo Airão e Manacapuru - AM**. 2015. 170 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.