



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

RÔMULO FERREIRA DE MAGALHÃES

DINÂMICA HIDROLÓGICA DO TRECHO INFERIOR DO RIO CAUAMÉ, EM BOA
VISTA/RR

BOA VISTA, RR
2020

RÔMULO FERREIRA DE MAGALHÃES

**DINÂMICA HIDROLÓGICA DO TRECHO INFERIOR DO RIO CAUAMÉ, EM BOA
VISTA/RR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Área de concentração: Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Orientador: Professor Dr. Fábio Luiz Wankler.

Coorientador: Professor Dr. Carlos Sander.

BOA VISTA, RR

2020

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

M188d Magalhães, Rômulo Ferreira de.

Dinâmica hidrológica do trecho inferior do Rio Cauamé, em Boa Vista/RR / Rômulo Ferreira de Magalhães. – Boa Vista, 2020.

207 f. : il.

Orientador: Professor Dr. Fábio Luiz Wankler.

Coorientador: Professor Dr. Carlos Sander.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima. Pós-Graduação Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

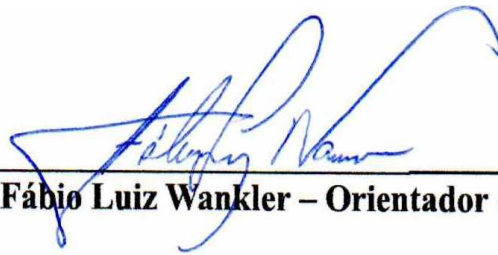
1 – Bacia hidrográfica. 2 – Monitoramento hidrológico. 3 – Recursos hídricos. I – Título. II – Wankler, Fábio Luiz (orientador). III – Sander, Carlos (coorientador).

CDU – 556.51 (811.4)

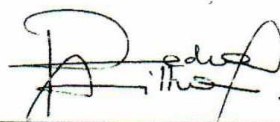
RÔMULO FERREIRA DE MAGALHÃES

**DINÂMICA HIDROLÓGICA DO TRECHO INFERIOR DO RIO CAUAMÉ, EM BOA
VISTA/RR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Área de concentração: Instrumentos da política de recursos hídricos. Defendida em 13 de outubro de 2020 e avaliada pela seguinte banca:



Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler – Orientador (UFRR)



Prof. Dr. Pedro Alves da Silva Filho (UFRR)



Prof. Dr. Silvestre Lopes de Nóbrega (UFRR)

AGRADECIMENTOS

A execução desse trabalho de pesquisa foi possível graças ao apoio incondicional de minha esposa, Cintia Magalhães e minhas filhas Cinthiane e Janayara Magalhães. Além de meus guias e mestres, que nunca me abandonaram e nunca irão me abandonar.

Agradeço ao apoio e amizade valiosos e sinceros prestados por meu orientador, professor Dr. Fábio Luiz Wankler, que me guiou nos momentos difíceis da pesquisa, no sentido de alcançar êxito total.

Agradecimentos sinceros ao meu coorientador, professor Dr. Carlos Sander, que direcionou com extremo conhecimento a pesquisa para que alcançasse pleno êxito.

Ao acadêmico de Geologia, Fabrício Temoteo Barbosa Menezes pela dedicação, entusiasmo e companheirismo no apoio à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradecimentos a Universidade Federal de Roraima (UFRR), uma instituição pública e gratuita a serviço da comunidade de Roraima.

Ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), minha segunda casa desde 1997, pelo amparo dado a essa pesquisa, e em prol do desenvolvimento técnico-científico geológico e hidrológico do Brasil a mais de 50 anos.

A Fundação Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (FEMARH), por ter cedido o equipamento essencial a instalação da estação de monitoramento hidrológico dessa pesquisa. Além das visitas essenciais de manutenção mensais a estação.

A Agência Nacional de Águas (ANA), por ter cedido a configuração de transmissão via satélite da estação de monitoramento da pesquisa, e pela disponibilização do seu banco de dados via internet a sociedade.

Aos demais colegas de pós-graduação pelo incentivo e acolhida.

A todos aqueles que passaram pelo caminho ao longo dessa trajetória e que contribuíram para o êxito, mesmo que só com o sorriso na hora certa.

Muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho científico propôs uma análise hidrológica a partir da instalação de uma estação de pesquisa fluvio-pluviométrica, no baixo rio Cauamé, na cidade de Boa Vista, que não possuía uma estação de monitoramento hidrológico automático até março de 2019. O conhecimento do comportamento hidrológico era restrito nesta bacia hidrográfica, devido à falta de estações hidrometeorológicas de monitoramento na área, o que dificultava o trabalho de diagnóstico e prognóstico do uso dos seus recursos hídricos. A metodologia de pesquisa incluiu o reconhecimento, a seleção e a instalação em campo da estação de monitoramento, que foi inspecionada em 12 visitas técnicas; a seleção de estações de monitoramento em bacias limítrofes, para comparação dos resultados com a estação da área em estudo; a análise e o tratamento estatístico dos dados adquiridos, tanto na estação da pesquisa como nas estações comparativas e; interpretação dos resultados. As análises efetuadas a partir dos dados adquiridos na estação de monitoramento em Fazenda Recreio mostraram que o comportamento hidrológico da bacia do baixo rio Cauamé segue a tendência do sistema fluvial principal, que é Branco-Uraricoera, mostrando ainda que o comportamento hidrológico do baixo rio Cauamé é congruente com as demais bacias no período da estiagem, da cheia, na amplitude de nível da água e na mediana de cotas mensais. A vazão média anual, as vazões de referências e as análises efetuadas a partir dos valores de descarga líquida do baixo rio Cauamé, na extinta estação Sítio Jaraguá, entre 2003 a 2009, possibilitaram determinar as vazões Q_{50} , de $81,5\text{m}^3/\text{s}$; Q_{90} , de $17,9\text{m}^3/\text{s}$; Q_{95} , de $7,33\text{m}^3/\text{s}$ e; $Q_{7,10}$, de $3,21\text{m}^3/\text{s}$. Os 6 meses mais chuvosos no baixo rio Cauamé foram de maio/2019 a setembro/2019, juntamente com o mês de novembro/2019. Verificou-se que os meses menos chuvosos em todas as estações foram outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020, fevereiro/2020 e março/2020. O período chuvoso representou 89,15% do total acumulado e o período da estiagem representou 10,85% do total. A comparação dos resultados de precipitação diária de Fazenda Recreio e demais estações comparativas mostrou congruência dada pelo coeficiente de determinação alto e positivo, $R^2=0,89$. Estes resultados podem ser ainda aprimorados pela manutenção da estação Fazenda Recreio e auxiliar nos estudos de futuros projetos que necessitem de outorga de direito de uso da água no rio Cauamé.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Monitoramento hidrológico. Recursos hídricos.

ABSTRACT

This scientific work proposed a hydrological analysis from the installation of a fluvio-pluviometric research station, in the lower Cauamé River, in the city of Boa Vista, which did not have an automatic hydrological monitoring station until March 2019. Knowledge of the hydrological behavior it was restricted in this hydrographic basin, due to the lack of hydrometeorological monitoring stations in the area, which hindered the work of diagnosing and forecasting the use of its water resources. The research methodology included recognition, selection and field installation of the monitoring station, which was inspected in 12 technical visits; the selection of monitoring stations in bordering basins, to compare the results with the station in the study area; the analysis and statistical treatment of acquired data, both at the research station and at the comparative stations and; interpretation of results. The analyzes carried out from the data acquired at the monitoring station in Fazenda Recreio showed that the hydrological behavior of the lower Cauamé river basin follows the trend of the main river system, which is Branco-Uraricoera, also showing that the hydrological behavior of the lower Cauamé river it is congruent with the other basins in the period of drought, flood, water level amplitude and median monthly quotas. The average annual flow, the reference flows and the analyzes made from the net discharge values of the lower Cauamé river, at the extinct Sítio Jaraguá station, between 2003 and 2009, made it possible to determine the Q_{50} flow rates, of $81.5\text{m}^3 / \text{s}$; Q_{90} , of $17.9\text{m}^3 / \text{s}$; Q_{95} , $7.33\text{m}^3 / \text{s}$ and; $Q_{7.10}$, of $3.21\text{m}^3 / \text{s}$. The 6 rainiest months in the lower Cauamé River were from May / 2019 to September / 2019, together with the month of November / 2019. It was found that the least rainy months in all seasons were October / 2019, December / 2019, January / 2020, February / 2020 and March / 2020. The rainy period represented 89.15% of the accumulated total and the drought period represented 10.85% of the total. The comparison of the daily precipitation results of Fazenda Recreio and other comparative stations showed congruence given by the high and positive coefficient of determination, $R^2 = 0.89$. These results can be further improved by maintaining the Fazenda Recreio station and assisting in the studies of future projects that require the granting of the right to use water in the Cauamé River.

Keywords: Hydrographic basin. Hydrological monitoring. Water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Mapa de localização da bacia do rio Cauamé, com a estação de pesquisa.....	45
Figura 2-	Trecho da bacia do baixo rio Cauamé em Boa Vista, onde se observa a praia do Cauamé e a rodovia BR 174.....	46
Figura 3-	Visão ampla da estação Fazenda Recreio durante inspeção de rotina...	47
Figura 4-	Localização das estações telemétricas da pesquisa, Boa Vista (cód. 14620000), Fazenda Passarão (cód. 14515000), Mucajaí (cód. 14690000), Fé Esperança (14680001) e Fazenda Recreio (14235200).....	48
Figura 5-	Localização das estações Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá, no baixo rio Cauamé, em Boa Vista/RR.....	48
Figura 6-	Trechos do baixo, médio e alto rio Cauamé.....	50
Figura 7-	Trecho do rio Cauamé nas nascentes em Alto Alegre/RR, no período da estiagem.....	51
Figura 8-	Vista para jusante do trecho do baixo rio Cauamé, na praia da Polar em Boa Vista, a cerca de 3km do rio Branco (Google Maps, 21.09.2020).....	51
Figura 9-	Trecho do igarapé AuAu, afluente do Cauamé, evidenciando a presença das areias brancas lixiviadas.....	55
Figura 10-	Buritizais no ramal do Água Boa, no Km 480 da BR 174, em Boa Vista/RR.....	56
Figura 11-	Tipo de clima na região de Boa Vista/RR.....	58
Figura 12-	Instalação da estação telemétrica em Fazenda Recreio.....	63
Figura 13-	Pluviograma do período entre 01.05.2019 a 30.04.2020, com destaque em vermelho para a maior chuva ocorrida no ano nas estações.....	74
Figura 14-	Cotograma do período entre 01.05.2019 a 30.04.2020, com destaque em vermelho para a maior e menor cota ocorrida no ano nas estações.....	76
Figura 15-	Gráfico comparativo da chuva anual nas estações.....	77

Figura 16-	Gráfico comparativo da chuva média diária nas estações.....	78
Figura 17-	Monitoramento do rio Branco, em Boa Vista/RR, em 2020.....	80
Figura 18-	Cotagrama dos rios nas estações no período entre 01.05.2019 a 30.04.2020.....	85
Figura 19-	Curva de cotas máximas, mínimas e médias mensais nas estações.....	86
Figura 20-	Cotagrama mensal das estações com linha mediana.....	91
Figura 21-	Pluviograma mensal das estações com linha mediana.....	92
Figura 22-	Pluviograma do mês mais chuvoso nas estações.....	94
Figura 23-	Cotagrama do mês de março/2020, o mais seco nas estações.....	96
Figura 24-	Pluviograma do mês menos chuvoso nas estações.....	98
Figura 25-	Curva de permanência de cotas médias diárias das estações.....	101
Figura 26-	Gráfico duplo-acumulativo de cotas médias diárias de Fazenda Recreio (FR) e demais estações (DE).....	104
Figura 27-	Gráfico demonstrativo da relação pluviométrica entre as estações.....	105
Figura 28:	Gráfico comparativo entre as curvas de permanência de cotas médias diárias de Fazenda Recreio (FR) e demais estações (DE).....	106
Figura 29-	Curva de permanência de precipitação das estações.....	106
Figura 30-	Cotagramas da estação Sítio Jaraguá de 2002 a 2007.....	108
Figura 31-	Relação entre os cotagramas das estações do rio Cauamé.....	110
Figura 32-	Gráfico duplo-acumulativo de cotas mensais das estações do baixo Cauamé.....	110
Figura 33-	Curvas-chave das estações fluviométricas.....	112
Figura 34-	Curva-chave da estação Fazenda Recreio (FR) obtida por simulação hidrológica com Sítio Jaraguá (SJ).....	114

Figura 35-	Curva de permanência das vazões nas estações.....	117
Figura 36-	Gráfico conjugado de cota e chuva diárias das estações.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Informações gerais sobre as estações de monitoramento da pesquisa.....	48
Tabela 2-	Monitoramento horário da chuva de 17 de novembro de 2019 em Fazenda Recreio.....	79
Tabela 3-	Valores de média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação a partir das amplitudes de NA das estações telemétricas.....	84
Tabela 4-	Valores das cotas mensais de Fazenda Recreio (14235200).....	86
Tabela 5-	Valores das cotas mensais de Boa Vista (14620000).....	87
Tabela 6-	Valores das cotas mensais de Fazenda Passarão (14515000).....	88
Tabela 7-	Valores das cotas mensais de Mucajaí (14690000).....	88
Tabela 8-	Valores das cotas mensais de Fé Esperança (14680001).....	89
Tabela 9-	Quantidade de chuvas acumulada nos 6 meses mais chuvosos e nos 6 meses menos chuvosos nas estações.....	100
Tabela 10-	Cotas de referência das estações fluviométricas.....	101
Tabela 11-	Análise comparativa do tempo de permanência das vazões (V) das estações...	116
Tabela 12-	Dados da curva de permanência de Fazenda Recreio (14235200).....	116
Tabela 13-	Vazões de referência das estações fluviométricas.....	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Instrumentos da lei nº 9433/97.....	42
Quadro 2: Fluxograma da metodologia empregada na pesquisa.....	59
Quadro 3: Fluxograma analítico da pesquisa.....	66

FÓRMULAS

Fórmula 1: Risco hidrológico.....	36
Fórmula 2: Regressão linear utilizada na instalação de Fazenda Recreio.....	62
Fórmula 3: Coeficiente de variação.....	68
Fórmula 4: Vazão média anual.....	70
Fórmula 5: Curva-chave de Fazenda Recreio.....	71
Fórmula 6: Fórmula de Gumbel.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANA	Agência Nacional de Águas
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
C₁₀	Cota de referência 10%
C₅₀	Cota de referência 50%
C₉₀	Cota de referência 90%
C₉₅	Cota de referência 95%
CV	Coeficiente de variação
Cm	Centímetros
dma	Dia, mês e ano
DE	Demais estações
DP	Desvio padrão
FEMARH	Fundação Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
FR	Fazenda Recreio
Med	Média aritmética
m	Metro
m³/s	Metros cúbicos por segundo
mm	Milímetros.
NA:	Nível da água
PCD:	Plataforma de coleta de dados
Q₅₀:	Vazão de referência 50%
Q₉₀:	Vazão de referência 90%
Q₉₅:	Vazão de referência 95%
Q_{7,10}:	Vazão de referência de 7 dias com tempo de retorno de 10 anos
R²:	Coeficiente de determinação
RHN:	Rede Hidrometeorológica Nacional
RN:	Referência de Nível
SJ:	Sítio Jaraguá
SNIRH:	Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos
TR:	Tempo de Retorno
V:	Vazão
%:	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	GERAL.....	21
2.2	ESPECÍFICOS.....	21
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	22
3.1	A VARIABILIDADE DO REGIME HIDROLÓGICO.....	22
3.2	MONITORAMENTO HIDROLÓGICO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	26
3.2.1	Pluviometria e Fluviometria.....	29
3.2.2	Monitoramento hidrológico e suas aplicações.....	30
3.3	VARIÁVEIS DE REFERÊNCIA HIDROLÓGICA.....	35
3.3.1	Pluviometria.....	36
3.3.2	Fluviometria.....	36
3.3.3	Análise estatística.....	37
3.3.4	Aplicações e usos das variáveis hidrológicas.....	38
3.4	ARCABOUÇO JURÍDICO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	41
3.4.1	Regulação.....	42
3.4.2	Monitoramento.....	42
3.4.3	Aplicação da lei.....	43
3.4.4	Planejamento.....	43
4	MÉTODOS E MATERIAIS.....	45
4.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA.....	45
4.1.1	Informações gerais sobre as estações.....	47
4.2	FISIOGRAFIA DA BACIA.....	49
4.2.1	Hidrografia.....	49
4.2.2	Geologia.....	52

4.2.3	Geomorfologia	53
4.2.4	Pedologia	55
4.2.5	Vegetação	56
4.2.6	Clima	57
4.3	ETAPAS DE TRABALHO	59
4.3.1	Aquisição de dados	60
4.3.2	Coleta de dados hidrológicos	61
4.3.3	Monitoramento de dados	64
4.3.4	Variáveis hidrológicas	64
4.3.5	Análise estatística	65
4.3.6	Análise de consistência	66
4.3.7	Determinação das variáveis hidrológicas	67
4.3.8	Gráficos analíticos	68
4.3.9	Curvas de permanência	70
4.4.1	Vazões de referência	72
4.4.2	Gráficos analíticos: Pluviometria-Fluviometria	73
5	RESULTADOS	74
5.1	DINÂMICA FLUVIO-PLUVIOMÉTRICA ANUAL DAS ESTAÇÕES	74
5.1.1	Fazenda Recreio	74
5.1.2	Estações Comparativas	80
5.1.3	Pluviometria	83
5.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA	84
5.2.1	Média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação	85
5.2.2	Cotas máximas, mínimas e médias mensais	85
5.2.3	Mediana de cotas médias mensais	89
5.2.4	Mediana de chuvas acumuladas mensais das estações	92
5.2.5	Mês mais chuvoso	94
5.2.6	Mês menos chuvoso e trimestre mais seco	96

5.2.7	Considerações sobre resultados estatísticos	99
5.3	CURVA DE PERMANÊNCIA DAS ESTAÇÕES.....	101
5.3.1	Considerações sobre resultados	103
5.4	RELAÇÃO DO RIO CAUAMÉ E SISTEMAS FLUVIAIS VIZINHOS.....	104
5.4.1	Método duplo acumulativo	104
5.4.2	Considerações	107
5.5	DINÂMICA FLUVIOMÉTRICA HISTÓRICA.....	108
5.5.1	Curvas-chave das estações	111
5.5.2	Distribuição de níveis nas curvas de permanência de descarga	116
5.6	RELAÇÃO DE COTA-CHUVA: EVENTOS EXTREMOS.....	120
6	CONCLUSÃO	121
	REFERÊNCIAS	126
	ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o monitoramento hidrológico tornou-se um tema de grande relevância nos últimos tempos, devido à escassez de dados necessários ao desenvolvimento dos estudos científicos no ramo da engenharia de recursos hídricos, principalmente que envolvam pesquisas sobre entrada e saída de água nos sistemas hidrográficos. Os produtos resultantes destes estudos possibilitam aos gestores públicos e demais usuários o acesso a informações que podem auxiliar nas medidas e soluções de gerenciamento desses recursos.

O monitoramento hidrológico fornece informações espaço temporais, sobre a quantidade e a qualidade da água dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos em todo território nacional. Grande parte desse monitoramento ocorre a partir de estações pluviométricas e fluviométricas pertencentes a rede hidrometeorológica nacional (RHN). A Agência Nacional de Águas (ANA) gerencia diretamente 4.968 estações sendo: 2.769 pluviométricas e 2.199 estações fluviométricas. Das estações fluviométricas em 1.556 ocorrem medições de descarga líquida (vazão), em 1.722 ocorrem medições de qualidade da água e em 468 ocorrem medições de sedimentos em suspensão (ANA, 2019).

Com os avanços tecnológicos das últimas décadas, o monitoramento hidrometeorológico no Brasil foi modernizado, passando dos registros analógicos dos dados de pluviômetros e régua limnimétricas, por observadores hidrológicos de campo, ao uso de diversos sensores automáticos ligados a uma plataforma de coleta de dados (PCD), que faz o armazenamento dos dados in loco por registradores e transmissão por telefonia móvel ou satélite (ANA, 2019).

No Brasil, fatores como a sua grande área territorial, a dificuldade de acesso as estações (Amazônia e Pantanal, por exemplo) e a necessidade de informação em intervalos curtos de tempo para a prevenção de eventos críticos, tais como inundações por exemplo, justificam o uso da telemetria no monitoramento das bacias hidrográficas, ou seja, a aquisição de dados hidrológicos em tempo real e à distância (ANA, 2019).

A bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação, gestão dos recursos hídricos e para aplicação dos instrumentos constantes na Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), é a base para realização do monitoramento

hidrológico, que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos corpos hídricos e o efetivo exercício do direito de acesso a água.

No estado de Roraima a bacia hidrográfica mais importante é a do rio Branco, que é o principal afluente do rio Negro e, que deságua acima da comunidade de Moura, pela margem esquerda do Negro, drenando grande parte do escudo das Guianas. Os seus principais afluentes são os rios Uraricoera, Tacutu (estes dois rios se juntam para formar o próprio rio Branco), Mucajaí, Cotingo e Cauamé. Este último rio, o objeto de estudo desta pesquisa, tem sua área se estendendo aos municípios de Boa Vista e Alto Alegre, numa região que concentra a maior parcela populacional do estado de Roraima, onde ainda se concentra importantes atividade industriais e agropastoris, o que em si reverte este estudo de grande importância para a implementação de uma política de gestão de recursos hídricos para esta área estratégica de Roraima.

O Serviço Geológico do Brasil-CPRM acompanha o comportamento hidrológico dos rios Branco, Surumu, Tacutu, Uraricoera e Mucajaí no Estado de Roraima. O Informe de previsão e monitoramento de estiagem na bacia hidrográfica do Rio Branco, que abrange uma área com 302 mil habitantes, é enviado semanalmente para os órgãos de Defesa Civil, logo que inicia o período de cheias.

O monitoramento e previsão hidrológica para os municípios de Boa Vista e Caracaraí além de prevenir efeitos de eventos extremos como cheia e estiagem, contribui com o isolamento social, auxiliando para que as pessoas tenham a sensação de segurança necessária, para manterem-se isoladas em suas casas. Os dados hidrológicos utilizados nos boletins são provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA), operada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e outros órgãos.

O rio Cauamé na cidade de Boa Vista é margeado pelos bairros Caçari, Paraviana, Cauamé, Jardim Caranã, Cidade Satélite e Monte das Oliveiras. A bacia hidrográfica do baixo rio Cauamé não possuía uma estação de monitoramento hidrológico automático até março 2019, como ocorria em outros rios do estado de Roraima, tais como o Branco, Mucajaí e Uraricoera, que são rios monitorados remotamente via satélite, com acompanhamento direto pelo Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH). Além disso, o conhecimento do

comportamento hidrológico era restrito, devido à falta de estações hidrometeorológicas na área, o que dificultava ainda mais o trabalho de diagnóstico e prognóstico do uso dos recursos hídricos nessa bacia.

Pelo exposto acima é que este trabalho científico propôs uma análise hidrológica a partir da instalação de uma estação de pesquisa fluvio-pluviométrica, no baixo curso do rio Cauamé. Isso permitiu, primeiramente, sanar esta restrição de dados hidrológicos, para que fosse minimizada e, também pudesse se oferecer a sociedade e aos órgãos gestores do estado, o suporte técnico-científico adequado, quanto ao monitoramento hidrológico dessa bacia hidrográfica.

O trabalho de pesquisa está dividido em capítulos para um melhor desenvolvimento e compreensão do estudo. Temos: Introdução, Objetivos e o Referencial Teórico utilizado como base teórico-metodológica do trabalho; Métodos e Materiais: aplicados no desenvolvimento técnico-científico do trabalho e; por fim temos: Resultados e Conclusão da pesquisa científica, além das referências bibliográficas utilizadas no complemento do estudo.

A motivação principal desta pesquisa foi a de oferecer aos órgãos gestores dos recursos hídricos do estado de Roraima e a sociedade um produto que ainda não existia para a bacia do rio Cauamé, que é a informação sobre a disponibilidade hídrica deste manancial. Isto foi alcançado com as diversas análises de nível d'água, precipitação e, principalmente com a disponibilização das vazões mínimas de referência da bacia, produzidas nesta pesquisa, que irão servir de apoio ao Decreto Lei estadual nº 8123-E, de 12 de julho de 2007, que define os valores para as vazões de referência dos recursos hídricos do estado.

Espera-se como resultados desta pesquisa, compreender a tendência do comportamento hidrológico do rio Cauamé no seu baixo curso durante o período compreendido entre maio/2019 a abril/2020, para se verificar as características e particularidades desse manancial hídrico e sua relação com as outras bacias. O conhecimento produzido neste trabalho permitirá que se tenha uma noção de entrada de água no sistema pelas chuvas e, também, da descarga líquida que passa neste ponto da bacia hidrográfica do rio Cauamé.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho de pesquisa possui um objetivo principal (geral) e objetivos secundários (específicos). Os mesmos serviram no desenvolvimento do projeto. Espera-se que os resultados adquiridos, auxiliem os órgãos gestores de recursos hídricos, com informações hidrológicas pertinentes da área de estudo.

2.1 GERAL

- Descrever a tendência do comportamento hidrológico do baixo curso do rio Cauamé, afluente do rio Branco, em Boa Vista, no estado de Roraima.

2.2 ESPECÍFICOS

- Levantar uma série de dados de fluviometria e pluviometria, no período de 12 meses, com base em uma estação hidrometeorológica automática de monitoramento, no baixo curso do rio Cauamé, em Boa Vista;
- Analisar o comportamento hidrológico do baixo rio Cauamé a partir das variáveis obtidas, no intuito de identificá-las, classificá-las e compará-las com outras estações hidrometeorológicas da bacia do rio Branco.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico desenvolveu-se a pesquisa bibliográfica aplicada na pesquisa.

3.1 A VARIABILIDADE DO REGIME HIDROLÓGICO

O ciclo da água no globo é acionado pela energia solar, retirando a água dos oceanos através da evaporação dos oceanos e da superfície terrestre. Essa água entra no sistema de circulação geral da atmosfera, que depende das diferenças de absorção de energia e da reflectância entre os trópicos e as regiões de maior latitude, como as áreas polares. A água evaporada fica presente na atmosfera por cerca de dez dias. O sistema de circulação da água na atmosfera é extremamente dinâmico e não linear, o que dificulta sua previsão quantitativa (TUCCI, 2002).

O ciclo hidrológico deve ser analisado, dentro de seus componentes, de acordo com a dinâmica de sua ocorrência e sobre as características do sistema envolvido. A dinâmica envolve as mudanças das variáveis no tempo e no espaço, enquanto que o espaço incorpora também as características do sistema (solo, cobertura vegetal, oceano, etc.), que apresentam pouca variação em períodos curtos de tempo. Esses processos extremamente não lineares agem diretamente sobre o meio e a vida no planeta (MENDIONDO e TUCCI, 1997).

O fluxo da água na superfície terrestre é positivo, ou seja, precipitação menos a evaporação, resultando nas vazões dos rios em direção aos oceanos. O fluxo vertical dos oceanos é negativo, ou seja, a evaporação é maior que a precipitação nos mesmos. Esse volume adicional evaporado então se desloca para os continentes através do sistema de circulação da atmosfera e precipita, fechando assim o ciclo (TUCCI, 1997).

A água é uma substância tão imprescindível à vida quanto o oxigênio e, está presente na troposfera em decorrência das propriedades físicas de mudança de estado que possui. Sua concentração no ar corresponde a uma das fases do ciclo hidrológico, que representa os processos de transformação da água no percurso por ela realizado entre as várias esferas que compõem o Sistema Superfície-Atmosfera (SSA), ou seja, a litosfera, a biosfera, a hidrosfera e a atmosfera (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O estoque de água no planeta Terra é de 1.385.984km³, dos quais 97,5% são águas salgadas e apenas 2,5% são águas doces. Estas ocorrem sob forma de neve permanente e geleiras (68,7%); de aquíferos subterrâneos (30,1%); umidade do solo, pântanos, permafrot e na atmosfera (0,97%); e apenas 0,27% nos lagos e rios; 0,003% na composição dos seres vivos (PACA, 2008).

O comportamento natural da água quanto à sua ocorrência, transformações de estado e relações com a vida humana é bem caracterizado por meio do conceito de ciclo hidrológico. Esse ciclo pode ser considerado como composto de duas fases principais: uma atmosférica e outra terrestre. Cada uma delas incluem: armazenamento temporário de água; transporte e; mudança de estado (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Na sua constante movimentação, a água muda de estado e de posição com relação à Terra, em um ciclo que se convencionou chamar de ciclo hidrológico, cujas linhas principais são a precipitação, o escoamento superficial ou subterrâneo e a evaporação mantendo no decorrer do tempo uma distribuição equilibrada em que fica evidente a constância do nível médio dos mares (CHIERICE Jr, 2013).

A energia solar é essencial para manter em movimento o ciclo da água na Terra, denominado ciclo hidrológico, causando a evaporação da água nos oceanos, rios e lagos, e a transpiração das plantas e animais. O vapor gerado é transportado por correntes de convecção para a atmosfera, onde se condensa e se precipita sobre os continentes, mantendo a umidade do solo, essencial para as plantas, e abastecendo os rios, lagos, geleiras e lençóis freáticos. Eventualmente, toda essa água, quando não é armazenada, evaporada ou transpirada, escoar para os oceanos (PACA, 2008).

No processo do ciclo hidrológico em meio tropical, ao atingir o solo, a água se infiltra até que o solo esteja completamente saturado, a partir daí inicia-se o escoamento superficial que segue até atingir os rios, agregando a vazão. Uma pequena parte dessa água que precipita é evaporada. Essa vazão pode ser medida indiretamente em função da altura atingida pela água em relação a um datum ou nível de referência, normalmente é expressa em metros ou centímetros (ANDRADE, 2014)

A componente fundamental de análise do ciclo hidrológico é a bacia hidrográfica, que é definida por uma área de captação natural de água de precipitação,

a qual faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, chamado de exutório. A bacia hidrográfica é composta, basicamente, de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem em uma seção fluvial única, que é o exutório (CHIERICE Jr, 2013).

As distribuições espacial e temporal da precipitação, a velocidade e a direção de deslocamento da descarga líquida sobre as bacias hidrográficas, as variáveis temporais e espaciais das perdas por interceptação, evapotranspiração e infiltração, bem como, dos teores de umidade do solo, influenciam o chamado ciclo hidrológico terrestre e, são também, exemplos do grande número de fatores interdependentes que podem causar cheias ou influenciar em sua formação e intensificação (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

A variabilidade do regime hidrológico é controlada por diversos elementos que caracterizam a bacia hidrográfica, tais como a litologia, relevo, tipo de solos, cobertura vegetal e também, fatores climáticos, tais como a precipitação, radiação solar e a evaporação (ANDRADE, 2014). Tal variabilidade foi constatada nesta pesquisa principalmente no parâmetro da entrada de água nos sistemas através da precipitação pluviométrica.

A relação entre a chuva e a vazão dos mananciais pode revelar informações que podem ser utilizadas para melhorar a compreensão do comportamento hidrológico em uma bacia hidrográfica e, assim, poder se adequar métodos e soluções que estabeleçam formas específicas para o uso da água. Alguns fatores podem influenciar no escoamento superficial, podendo ser de natureza fisiográfica, ligados a natureza física da bacia ou de natureza climática relacionados a precipitação (CHIERICE Jr, 2013).

As flutuações das variáveis hidrológicas ao longo do tempo ou do espaço podem ser quantificadas ou caracterizadas por meio de observações ou medições, as quais em geral podem ser executadas de modo sistemático e de acordo com os padrões nacionais e internacionais. A quantificação das diversas fases do ciclo hidrológico, das suas respectivas variabilidades e de suas inter-relações, requer que se faça a coleta sistemática de dados básicos, que se desenvolvem ao longo do tempo e do espaço (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

A precipitação é o fenômeno do ciclo hidrológico que transfere a água da atmosfera para a superfície terrestre, em estado sólido ou líquido. São consideradas precipitações atmosféricas a chuva, o granizo e a neve. No Brasil, a chuva é a forma mais importante de precipitação, embora existam regiões com ocorrência de precipitação em forma de granizo e neve (CHIERICE Jr, 2013).

Nos estudos do ciclo hidrológico, mesmo em modelos hidrológicos adaptados em bacias hidrográficas, tais como os de chuva-vazão, a principal entrada de dados no sistema é a precipitação, que possui características próprias de acordo com a localização e a variabilidade espaço-temporal (PONTES, 2019). Nesta pesquisa utilizou-se um modelo hidrológico a partir das vazões medidas em Fazenda Recreio para se ter uma noção da vazão média móvel de 7 dias.

É comum fazer uso da vazão diária, decorrida dentro de um mês, ou seja, a vazão média mensal, que é um indicador das características do ano hidrológico ou de períodos sazonais da bacia hidrográfica apresentada pela variabilidade dos meses ao longo do ano. A vazão média mensal é estritamente importante para o gerenciamento e abastecimento de água, produção de energia elétrica, irrigação e navegação (ANDRADE, 2014).

A vazão de um rio, as descargas e os débitos referem-se à quantidade de água que passa através de uma determinada seção transversal do rio, por unidade de tempo (CHRISTOFOLETTI, 1981). Com relação a vazão dos rios quanto mais retilínea, encaixada e sem controles estruturais melhor a seção de medição.

A quantificação das diversas fases do ciclo hidrológico, das suas respectivas variabilidades e de suas inter-relações, requer a coleta sistemática de dados básicos que se desenvolvem ao longo do tempo e do espaço. Esses podem ser dados climatológicos, pluviométricos, fluviométricos, evaporimétricos, sedimentométricos e de indicadores de qualidade da água (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

As águas continentais têm papel essencial no sistema terrestre, pois regulam a troca de água e energia entre a superfície, a atmosfera, oceanos e importantes ciclos biogeoquímicos. Afetam diretamente a sociedade que utiliza este recurso para abastecimento humano, transporte, agricultura e energia (PAIVA e COLLISCHONN, 2007).

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização, a cobertura da bacia hidrográfica é alterada para pavimentos impermeáveis e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando alterações no referido ciclo. Quando o homem atua sobre esse sistema e se concentra no espaço produz nele grandes alterações, que modificam dramaticamente este ciclo e, trazem consigo impactos significativos (muitas vezes irreversíveis) no próprio homem e na natureza (TUCCI, 2005; TUCCI, 1997).

3.2 MONITORAMENTO HIDROLÓGICO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O processo de desenvolvimento de uma região ou país depende basicamente das informações disponíveis sobre seus recursos naturais, incluindo-se os recursos hídricos, como elementos vitais. Neste sentido, a coleta e transmissão de dados hidrometeorológicos são feitos através da implantação de uma rede de monitoramento (estações meteorológicas) operada por pessoas encarregadas de registrar e transmitir esses dados aos centros de recepção e informação, numa periodicidade e velocidade compatíveis com as necessidades locais ou regionais, em função dos objetivos visados (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Dados e informações meteorológicas, fluviométricas ou sobre o processo de ocupação de uma determinada área podem ser fornecidos através de satélites equipados com aparelhos de observação e de telemedidas e associados a estações de coleta de dados (plataformas). Esses satélites coletam os dados e informações de ocorrência das plataformas e os transmitem, através de sinais, de forma rápida e contínua (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

A Lei das Águas estabelece que o monitoramento se torna fundamental neste contexto, de acesso a informação, pois é uma ferramenta indispensável para acompanhar e garantir o uso responsável dos recursos hídricos em condições sustentáveis. Além disso, os sistemas de monitoramento e previsão de enchentes são ferramentas indispensáveis e capazes de auxiliar na ação preventiva no sentido de atenuar os efeitos dos eventos extremos de inundação para a população (REIS, PONS e LOPES, 2016).

A rede de drenagem de determinada região consiste em um conjunto de diversas bacias de drenagem separadas entre si por divisores de águas. Cada bacia de drenagem se refere a um rio principal, coletor de toda a água que flui em sua direção e que por ele é levada à sua desembocadura. Uma bacia de drenagem pode também ser definida como a área ocupada por um rio principal e todos os seus tributários, cujos limites constituem as vertentes que, de sua parte, limitam outras bacias (BARTORELLI, 2012).

Uma bacia hidrográfica representa um grande mosaico de atributos físicos particulares que se somam para estabelecer a dinâmica do sistema fluvial. Tais atributos são representados pela litologia, a topografia, a pedologia, o uso do solo, a morfometria da bacia e o clima da região. Outro elemento importante neste processo é a atividade antrópica, sendo capaz de trazer mudanças importantes no equilíbrio destes atributos (SANDER, 2015).

A bacia hidrográfica é o conjunto das áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso d'água, medidas as áreas em projeção horizontal, sendo uma área definida e fechada topograficamente num ponto do curso d'água, de forma que toda vazão afluyente possa ser medida ou descarregada através desse ponto (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Uma bacia hidrográfica tem como resposta à precipitação que ocorre sobre a mesma, a vazão gerada no tempo, que representa a integração dos efeitos da precipitação, tipo de solo, uso do solo, geologia e morfologia da bacia (CRUZ e TUCCI, 2008).

Desde a entrada da água na bacia hidrográfica através das chuvas e sua interceptação junto às vertentes, o caminho e o tempo que toda água levará para sair do sistema é bastante variado. O tempo de referência e a circulação da água nas vertentes vão de pender do volume e intensidade da pluviosidade nesta unidade, bem como sua estruturação geral, que determinará a forma da circulação e a residência do recurso hídrico neste sistema (SANDER, 2015).

O fluxo natural de um rio varia conforme a escala de tempo, que pode ser avaliada na ordem de horas, dias, anos, estações do ano e assim por diante. No entanto, geralmente, muitos anos de monitoramento e observação em uma estação

fluviométrica são necessários para se descrever as características do padrão de fluxo de um rio (ARAÚJO e ROCHA, 2010).

A vazão máxima é uma variável hidrológica necessária a diferentes projetos em engenharia de recursos hídricos. Os dados hidrológicos de monitoramento disponíveis no Brasil, normalmente são de postos fluviométricos com apenas duas observações diárias. São poucas as estações que permitem o acompanhamento da evolução do hidrograma ao longo do tempo e a identificação do valor máximo ou a vazão máxima instantânea (SILVA e TUCCI, 1998).

As respostas aos diversos problemas de hidrologia aplicada serão tão mais corretas, quanto mais longos e precisos forem os registros de dados hidrológicos tais como dados climatológicos, pluviométricos, fluviométricos, de sedimentos ou de indicadores de qualidade da água, que podem ser obtidos em instalações próprias, localizadas em pontos específicos de uma determinada região, em intervalos de tempo pré-estabelecidos e com sistemática de coleta definida por padrões conhecidos. O conjunto dessas instalações, denominadas postos ou estações, constituem as redes hidrométricas ou hidrometeorológicas de monitoramento, cuja manutenção e densidade são essenciais para a qualidade dos estudos hidrológicos (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

Mota et al. (2017), indicam que no caso da implantação de uma rede de monitoramento hidrológico são necessárias algumas visitas preliminares aos possíveis pontos de instalação, para que se faça o mapeamento da área da bacia hidrográfica com melhores condições operacionais e fisiográficas, pois isso envolve dispêndio de recursos financeiros e humanos. Segundo Malutta et al. (2017), é preciso que se escolha os pontos com máxima segurança, para evitar vandalismo dos equipamentos. É levado em consideração as condições de logística que o projeto demanda, tais como, acesso às estações fluviométricas, tipo de transporte, hospedagem dos técnicos envolvidos na instalação e etc.

Através do monitoramento hidrológico é possível dimensionar com precisão a capacidade de utilização de um determinado recurso hídrico para abastecimento humano, podendo ser dimensionadas ações para eventos extremos, como estiagens, que podem prejudicar quantitativamente o abastecimento público de água (DELEVATI, 2015).

Em uma estação de monitoramento fluvio-pluviométrica os dados são medidos por equipamentos instalados em locais definidos, com um pluviômetro num ponto específico da bacia de drenagem e um posto pluviométrico numa seção transversal do rio. Em que o primeiro observa a ocorrência da precipitação pluviométrica, com uma amostra pontual de um processo espacial de entrada do sistema, enquanto o segundo observa a integração espacial de saída, representada pelo escoamento hídrico da bacia hidrográfica (GASQUES et al., 2018).

3.2.1. Pluviometria e Fluviometria

A crescente escassez hídrica tem exigido uma melhor gestão dos recursos hídricos por parte dos usuários e governos no sentido de garantir este bem natural e fundamental à vida. Neste contexto, a quantificação da chuva é de grande importância, pois é a principal via de entrada de água em uma bacia hidrográfica e, influencia diretamente os estudos hidrológicos, os quais por sua vez afetam o abastecimento público, a gestão da irrigação, os projetos de drenagem urbana e de estruturas hidráulicas. Contudo, para que tais estudos atinjam seus objetivos é preciso verificar a consistência dos dados pluviométricos (CARVALHO e SANTOS RUIZ, 2016; MIRANDA, 2012).

No monitoramento pluviométrico uma das técnicas utilizadas avalia esse parâmetro por meio de aparelhos chamados pluviômetros ou pluviógrafos. Quando ocorre mudança de local de um pluviômetro os efeitos desta mudança podem ser significativos na quantidade de precipitação medida, podendo levar a dados inconsistentes. O número ideal de postos pluviométricos a ser instalados em uma bacia hidrográfica varia de acordo com a finalidade a que os dados serão destinados, além da homogeneidade da distribuição das precipitações (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Estações fluviométricas são responsáveis pelo monitoramento de nível e vazão de um ponto dentro de uma bacia hidrográfica em um determinado rio ou igarapé. Com eventos climáticos cada vez mais imprevisíveis é de fundamental importância o monitoramento desses corpos hídricos, para melhor poder se prever enchentes ou períodos com vazões muito baixas, nesse último caso é algo necessário para o abastecimento público (DELEVATI, 2015).

Diversas empresas públicas e privadas coletam hidrológicos para o seu uso e disponibilizam esta informação via internet, em tempo real ou em atualizações com periodicidade bastante variável. No final da década de 1990, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), o banco de dados hidrológicos nacional (Hidroweb) passou a ser disponibilizado gratuitamente via internet (FABRÍCIO, VENIZIANI Jr e KAISER, 2010).

3.2.2 Monitoramento hidrológico e suas aplicações

Após instalada a estação de monitoramento hidrológico torna-se rotina a visita periódica ao posto, para que a equipe realize a coleta dos dados acumulados e seja dada a devida manutenção aos equipamentos convencionais ou automatizados, para que não haja falhas na aquisição dos dados que vão alimentar o sistema Hidroweb da ANA. É a partir desse monitoramento contínuo e sistemático que se estabelecem gráficos do tipo curvas-chave, na qual é feita a relação do nível da água com a descarga líquida do rio (ANA, 2010).

O monitoramento de um recurso hídrico envolve a execução de medições ou também, observações dirigidas a alguns indicadores e parâmetros, com a finalidade de acompanhar e definir se determinado impacto ambiental está ocorrendo em uma bacia hidrográfica ou não. Estes indicadores e parâmetros tem seu controle efetuado a partir das séries históricas de dados, que são definidas a partir de medições realizadas ao longo do tempo. O conhecimento das condições quali-quantitativas dos recursos hídricos pelo bom funcionamento das redes de monitoramento hidrológico aliada ao cadastramento das demandas pelos sistemas de outorga possibilita ao poder público ter o controle para a gestão das águas (MORAES et al., 2018).

A falta de um processo de acompanhamento das demandas hidrológicas nas bacias hidrográficas brasileiras por monitoramento sistemático é um fator que dificulta a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos, pois não se tem o real conhecimento da qualidade e quantidade desses recursos para que haja um melhor uso dessas fontes (VESPUCCI, SANTOS e BAYER, 2016). Esta dificuldade de acesso a informações hidrológicas sobre a bacia do rio Cauamé é que balizou a presente pesquisa.

Hoje em dia as estações tradicionais ou convencionais vêm sendo substituídas ou complementadas com estações automáticas, que fazem a aquisição de dados eletronicamente e com registro dos valores em formato digital, pois no mundo globalizado atualmente, faz necessário a transferência de dados em tempo real para poder dar suporte às atividades agrícolas, a gestão dos recursos hídricos, a construção civil, a pesquisa, desenvolvimento e monitoramento ambientais (BRUNINI, 2006).

Moraes et al. (2018) e Carvalho e Curi (2016) sugerem que os impactos ambientais causados pela ação humana, seja pela expansão populacional, seja pela agricultura, mineração e energia hidrelétrica, repercutem negativamente sobre as fontes hídricas em todas regiões brasileiras. Tais apontamentos corroboram o fato de que a gestão dos recursos hídricos deve contemplar um conjunto de ações e medidas destinadas a regularizar o uso, o manejo e a proteção dos mananciais hídricos. Neste cenário, para que haja um sistema de monitoramento que cumpra devidamente as diretrizes e princípios das Lei das Águas, faz-se necessário que as estações fluviométricas sejam expandidas para mais pontos das bacias hidrográficas nacionais, pois auxiliam no estudo da previsão e no gerenciamento dos impactos dos recursos hídricos.

Com o monitoramento de alguns processos hidrológicos e climáticos tais como vazão de descarga líquida, nível das águas dos rios e precipitação pluviométrica pode-se entender melhor o comportamento da hidrologia de uma bacia de drenagem. Se esse acompanhamento for contínuo e em tempo real melhor será a qualidade do dado gerado pelo estudo de acompanhamento, ou seja, torna-se necessário a criação uma rede de monitoramento fluviométrico de qualidade e quantidade que registre sistematicamente esses parâmetros citados anteriormente (VESPUCCI, SANTOS e BAYER, 2016).

Segundo Silveira e Tucci (1998), a avaliação da disponibilidade hídrica de pequenas bacias é condição necessária para o estudo de pequenos aproveitamentos de recursos hídricos, preservação ambiental e instrução de processos de outorga de uso dos recursos hídricos. Para que isto ocorra é necessário que se tenha dados destes pequenos mananciais hídricos, para evitar distorções na outorga. A disponibilidade hídrica natural em uma bacia é representada pelas vazões mínimas e seu conhecimento é fundamental para a gestão dos recursos hídricos associados.

Segundo Oliveira et al. (2016), o uso da curva-chave para a medição de vazões em regime não homogêneo ou variável apresenta alguns erros, principalmente em situações com rápida alteração do nível da água, altas velocidades e acesso difícil aos mananciais. Nas vazões altas raramente se tem valores medidos em campo no momento do evento crítico. Essas vazões são obtidas por meio de extrapolação da curva-chave. Porém, nas cotas altas de nível os valores não costumam condizer com a realidade. Em escoamentos com o regime homogêneo ou permanente é possível construir uma curva-chave que relaciona para cada nível da água (NA) uma determinada vazão. Porém, em um evento transiente erros significativos podem ser introduzidos na modelagem hidrológica do manancial em estudo.

A Agência Nacional de Águas (ANA) coordena uma rede nacional hidrometeorológica (RNH), que coleta periodicamente informações a respeito da qualidade e quantidade dos mananciais do Brasil e, assim alimenta com essas informações um banco de dados robusto chamado Hidroweb da ANA. Esta rede de monitoramento apresenta cerca de 1075 estações fluviométricas e 981 estações fluviométricas, além de cerca de 283 estações automáticas e telemétricas, que acompanham o comportamento hidrológico do rio em tempo real. Estes dados ficam disponíveis no site Hidroweb da ANA (GASQUES et al., 2018).

Um instrumento utilizado para análise das alterações dos processos constituintes do ciclo hidrológico decorrentes de intervenções humanas no uso e cobertura do solo, e/ou de mudanças climáticas, é constituído pela análise do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica por meio de suas séries históricas de vazões (PINTO et al., 2010).

Os dados colhidos em uma estação meteorológica podem ser utilizados para uma simples previsão do tempo ou para finalidades específicas de acordo com os interesses do usuário. Assim, por exemplo, uma empresa encarregada da geração de energia hidrelétrica deverá acompanhar sistematicamente a evolução de fenômenos meteorológicos, particularmente as precipitações, para orientar a operação das unidades geradoras e de descarga (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

No monitoramento hidrológico de uma bacia hidrográfica as estações fluviométricas desempenham um papel importante, pois são a base no estudo dos registros periódicos dos parâmetros hidrológicos, tais como, as vazões e cotas

fluviométricas. O que as torna imprescindíveis na avaliação de projetos na área dos recursos hídricos. A partir da coleta dos dados das estações fluviométricas é possível se construir as séries históricas, que quanto mais longa forem, maior será sua importância no diagnóstico e prognóstico para as atividades que envolvam o uso dos recursos hídricos. O uso das séries históricas pode servir para (VESPUCCI, SANTOS e BAYER, 2016):

- a) Planejamento dos recursos hídricos;
- b) Gerenciamento de bacias hidrográficas;
- c) Previsão e alerta de enchentes;
- d) Abastecimento público;
- e) Navegação;
- f) Saneamento básico e;
- g) Concessão e outorga do direito de uso da água.

Mota et al. (2017) afirmam que a instalação de um sistema de monitoramento hidrológico em geral se inicia pela seleção da seção de monitoramento fluviométrico, pois o delineamento da bacia hidrográfica depende do posicionamento do exutório onde normalmente costuma ficar a estação fluviométrica. No monitoramento de uma estação fluviométrica os dados de nível da água podem ser obtidos por réguas limnimétricas ou linígrafos, que são instalados na seção transversal do canal do rio. Os dados de nível também, podem ser obtidos por equipamentos automáticos, tais como os sensores de pressão, que são o que existe de mais atual no monitoramento hidrológico de nível, pois não necessitam de um observador para anotar as cotas diárias em uma caderneta as 07:00h e as 17:00h. Os dados adquiridos sejam por estação convencional ou automática irão alimentar o banco Hidro, para depois serem disponibilizados no Hidroweb da ANA.

O monitoramento fluviométrico de um rio auxilia no conhecimento acerca da amplitude do transbordamento dos leitos fluviais e, é extremamente necessário na determinação das áreas de risco. A área conhecida como leito maior ou leito maior periódico (sazonal), tem como limite inferior o nível das margens plenas que estabelece o ponto onde uma cheia atinge o nível de inundação. Esta região é

propensa a inundações anuais ou periódicas. Porém, existem as cheias com capacidade catastrófica, que podem causar grandes estragos estruturais, financeiros e humanos. Estas ocorrem com menos frequência em relação a sazonal. Ressalta-se que os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação das várzeas pela população e da frequência com a qual ocorrem as inundações (SANDER et al., 2012).

O entendimento dos fatores que determinam a amplitude das cheias e inundações nas bacias hidrográficas estão condicionados ao balanço hídrico da região. Seu monitoramento envolve a análise comparativa entre as quantidades de água que entram no sistema (precipitação) e as quantidades de água que saem do sistema (escoamento superficial, infiltração e evapotranspiração) na bacia de drenagem (SANDER et al., 2012).

Os registros de eventos extremos no Brasil limitam-se em geral, aos relatórios da defesa civil, que apresentam detalhes sobre perdas e danos causados, porém, não apresentam uma análise dos eventos do ponto de vista hidrológico. Uma das causas para esta ausência de análises hidrológicas aprofundadas está relacionada à carência de dados hidrológicos mais detalhados. Em muitos casos de chuvas que se acredita serem extremas não existem dados pluviométricos e pluviográficos disponíveis para se fazer uma descrição adequada do evento. São raros os episódios em que o evento extremo ocorre em uma área razoavelmente monitorada hidrológicamente (SALDANHA, COLLISCHONN e MARQUES, 2012).

O monitoramento hidrológico é muito importante no caso de eventos extremos do tipo cheias repentinas, do tipo tromba d'água ou cabeça d'água, que é um tipo de cheia (ou enchente) em que o aumento da vazão é rápido, sendo extremamente perigosa para quem está no leito de um rio, como banhistas, praticantes de trilhas e rapel (COLLISCHONN e KOBAYAMA, 2019).

A antecipação da condição de vazão em rios é muito valiosa para a mitigação de impactos negativos de eventos hidrológicos, pois permite a emissão de alertas, tomadas de decisão na operação de obras hidráulicas, execução de planos de resposta a emergências, otimização do uso dos recursos hídricos, entre outras preparações. Para prover previsões de vazão de boa qualidade e em tempo adequado é necessário antecipar corretamente o comportamento de um sistema natural

complexo, modificado pelo homem, que é a bacia hidrográfica (FAN, RAMOS e COLLISCHONN, 2015).

3.3 VARIÁVEIS DE REFERÊNCIA HIDROLÓGICA

A periodicidade do monitoramento fluviométrico é importante para analisar a variabilidade dos níveis dos rios e igarapés e as descargas líquidas totais ao longo dos anos, sendo essencial para a previsão dos períodos de cheias e secas com base na análise prévias dos picos máximos e mínimos de vazão de descarga líquida. Os eventos considerados críticos como cheias e estiagens também utilizam dados diários, por isso as séries históricas devem ser contínuas. Estes registros contínuos das séries são importantes para a definição das vazões de referência, tais como $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} (ULIANA et al., 2016).

A Q_{95} e a Q_{90} são vazões de permanência e seus valores se referem a uma vazão que foi igualada ou superada, respectivamente, em 95% e 90% do tempo correspondente a série de vazões observadas. A $Q_{7,10}$ é a vazão mínima de sete dias consecutivos de cada ano para o período de retorno de 10 anos (SANTOS et al., 2011).

As variáveis hidrológicas e hidrometeorológicas tem sua variabilidade registrada por meio das chamadas séries temporais, as quais reúnem as observações ou medições daquelas variáveis, organizadas no modo sequencial de sua ocorrência no tempo ou espaço. As séries hidrológicas podem incluir todas as observações disponíveis, coletadas em intervalos de tempo regulares ao longo de vários anos de registros, ou apenas alguns de seus valores característicos como por exemplo os máximos anuais ou as médias mensais (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

São exemplos de variáveis hidrológicas o número anual de dias consecutivos sem precipitação em um dado local, e a intensidade máxima anual da chuva de duração igual a 30 min. São exemplos também, a vazão média anual de uma bacia hidrográfica, o total diário de evaporação de um reservatório ou categoria dos estados do tempo, empregada em alguns boletins meteorológicos (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

3.3.1 Pluviometria

A precipitação é uma das principais variáveis que fazem parte de um monitoramento hidrometeorológico e suas grandezas envolvem: a) a altura pluviométrica: que é a altura da chuva medida por pluviômetros e disponibilizada como um dado diário; b) duração: indica os períodos do dia em que foram verificados os eventos de precipitação e; c) intensidade: definida como a relação entre a altura precipitada e a duração da precipitação. Para o ambiente urbano o interesse por estações pluviométricas cresceu devido a possibilidade de se determinar as equações de chuvas intensas, que são a base de qualquer projeto de drenagem urbana (FABRÍCIO, VENIZIANI Jr e KAISER, 2010).

O número de ocorrências de uma variável hidrológica discreta, tal como precipitação pluviométrica pode ser representado pelo chamado diagrama de linha. No caso de vazões é comum o emprego da curva de permanência para o planejamento e projeto de sistemas de recursos hídricos e, também, como instrumento de auxílio a outorga de direito de uso da água em alguns estados brasileiros. Uma outra variável hidrológica existente é o tempo de retorno, que é definido como o tempo em que um evento pode ser alcançado ou superado em um período de N anos. O risco hidrológico oriundo desse tempo é calculado pela equação abaixo (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n, \text{ onde, } R = \text{risco, } n = \text{anos e } T = \text{tempo de retorno (Fórmula 1)}.$$

3.3.2 Fluviometria

Nos estudos hidrológicos de uma estação fluviométrica, geralmente, são necessários muitos anos de observação para se descrever as características do padrão de fluxo de um rio em termos de quantidade, periodicidade e variabilidade. A avaliação do regime hidrológico natural dos rios de considerar fatores tais como: a magnitude, a duração, a frequência, a periodicidade e mudança de fluxo (ARAÚJO e ROCHA, 2010).

Além de seu uso para o cálculo da vazão referencial de outorga, a curva de permanência pode ser útil, por exemplo, para se estimar preliminarmente o volume sazonal, que irá auxiliar no cálculo do calado mínimo de navegação (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

A curva de permanência é utilizada para a estimativa de disponibilidade hídrica da vazão atualmente escoada pelo rio, independentemente dos usos existentes em uma bacia hidrográfica. Ela representa uma forma de expressão da frequência de ocorrência das vazões do rio e é representativa durante os períodos de estiagem (CRUZ e TUCCI, 2008).

A curva de permanência de descarga líquida pode ser construída do seguinte modo: a) ordene as vazões Q em ordem decrescente; b) atribua a cada vazão a sua ordem de classificação m ; c) associe a cada vazão Q_m a sua frequência ou probabilidade empírica de ocorrência de ser igualada ou superada (m/N) e; d) lance em um gráfico as vazões ordenadas e suas respectivas porcentagens, $100 (m/N)$, de serem igualadas ou superadas no intervalo de tempo considerado (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

O uso das vazões médias mínimas anuais de uma estação fluviométrica permite que se obtenha a vazão ecológica ou vazão mínima de referência $Q_{7,10}$. Essa variável pode ser obtida utilizando-se métodos estatísticos para cálculo de vazões mínimas tais como os de Gumbel e Weibull.

3.3.3 Análise estatística

A teoria das probabilidades apresenta duas ramificações de grande importância para a hidrologia aplicada: a estatística matemática e o estudo de processos estocásticos. A estatística matemática é o ramo da teoria de probabilidades que permite analisar um conjunto limitado de observações de um fenômeno aleatório e extrair inferências quanto à ocorrência de todas as prováveis realizações do fenômeno em questão. O estudo de processos estocásticos refere-se à identificação e interpretação da aleatoriedade presente em tais processos, em geral por meio de modelos matemáticos que buscam estabelecer as possíveis conexões sequenciais, no tempo e/ou no espaço, entre suas realizações (NAGUETTINI e PINTO, 2007).

Hazen mostrou que os registros fluviométricos eram amostras extraídas de um universo cuja função de distribuição deveria ser inferida e, nesse particular, Fuller, sem o saber, foi o precursor dos métodos estatísticos, por haver introduzido a noção fundamental da variação da vazão máxima provável com a duração do período de observação (tempo de recorrência). Em 1936, Gumbel provou que somente a teoria

dos valores extremos poderia fornecer um método rigoroso para a previsão de enchentes (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

A análise estatística é de fundamental importância para os estudos hidrológicos, pois a aplicação de técnicas estatísticas em dados meteorológicos facilita o trabalho que envolva um volume grande de dados, que após essas análises são sumarizados em tabelas, equações e gráficos, que facilitam nas deduções hidrológicas sobre os dados adquiridos (ALVES et al., 2006).

Os métodos estatísticos possibilitam a solução dos seguintes problemas de previsão de vazões num ponto de um curso d'água: a) estimativa da vazão mais frequentemente esperada; b) estudo do grau de dispersão das vazões superiores ou inferiores ao valor central e a probabilidade de ocorrência dessas vazões; c) determinação das alturas fluviométricas e das velocidades de escoamento correspondentes às referidas vazões; d) estudo da prorrogação das ondas de inundação ao longo de um curso de água e; e) determinação dos volumes de água durante um intervalo de tempo fixado (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

A solução para as variáveis hidrológicas citadas acima é obtida através de: a) análise estatística da lei de ocorrência do fenômeno; b) estudo estatístico da correlação entre as precipitações atmosféricas e os dados fluviométricos observados, para serem determinados os correspondentes coeficientes de deflúvio; c) estudo das variáveis instantâneas das vazões e dos volumes totais disponíveis em função das perdas por evaporação e por infiltração; d) considerações sobre influências exercidas por reservatórios de acumulação sobre as descargas de um curso d'água; e) análise comparativa dos fluxogramas obtidos em diferentes bacias hidrográficas ou diferentes pontos de uma mesma bacia (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Nos estudos hidrológicos de uma estação fluviométrica, geralmente, são necessários muitos anos de observação para se descrever as características do padrão de fluxo de um rio em termos de quantidade, periodicidade e variabilidade. A avaliação do regime hidrológico natural dos rios deve considerar fatores tais como: a magnitude, a duração, a frequência, a periodicidade e mudança de fluxo (ARAÚJO e ROCHA, 2010).

3.3.4 Aplicações e usos das variáveis hidrológicas

As variações temporais e/ou espaciais dos fenômenos do ciclo da água podem ser descritas pelas variáveis hidrológicas. São exemplos de variáveis hidrológicas, o número anual de dias consecutivos sem precipitação, em um dado local, e a intensidade máxima anual da chuva de duração igual a 30 minutos. Outros exemplos são a vazão média anual de uma bacia hidrográfica, o total diário de evaporação de um reservatório ou a categoria dos estados do tempo empregada em alguns boletins meteorológicos. As flutuações das variáveis hidrológicas, ao longo do tempo ou do espaço, podem ser quantificadas, ou categorizadas, por meio de observações sistemáticas de acordo com padrões nacionais e ou internacionais (NAGUETTINI e PINTO, 2007).

Ao conjunto das observações de uma certa variável hidrológica, tomadas em tempos e/ou locais diferentes, dá-se o nome de amostra, a qual contém um número limitado de realizações daquela variável. O objeto principal da hidrologia estatística é o de extrair da amostra, os elementos suficientes para concluir, por exemplo, com que probabilidade a variável hidrológica, em questão, irá igualar ou superar um certo valor de referência, o qual ainda não foi observado, encontrando-se, portanto, fora da amplitude estabelecida pelos simples limites amostrais (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

As variáveis hidrológicas podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas. A diferença entre elas é que a primeira não pode ser expressa por um número e sim por um atributo ou qualidade. As variáveis podem ser classificadas também como univariadas, quando a elas associam-se os resultados de apenas um único atributo de quantidade ou qualidade da água, ou multivariada em caso contrário. As alturas de precipitação horária em um único ponto são variáveis univariadas, mas se a observação for feita em vários pontos temos uma variável hidrológica multivariada (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

As tomadas de decisão quanto ao uso dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica passam a ser de suma importância nos períodos em que a disponibilidade hídrica fica escassa, alcançando valores menores. Estes períodos de escassez estão relacionados, principalmente, às vazões mínimas que são caracterizadas pelos escoamentos superficiais que ocorrem em períodos de uma série histórica, nos quais as disponibilidades podem vir a não atender às necessidades regionais de consumo de água (PINTO, 2006).

Torna-se de importante o uso de vazões mínimas de referência para a previsão ou para a estimativa de vazões mínimas em períodos de estiagem, visando a análise, a regulamentação legal, a operação e o planejamento de projetos que envolvam o uso dos recursos hídricos, tais como, abastecimento público, irrigação, recuperação ambiental e energia elétrica (PINTO, 2006).

Em geral, a vazão mínima diária é pouco útil por ser um indicador pouco representativo do período de estiagem. Normalmente, o interesse fica concentrado nas vazões médias com durações maiores, do tipo 7 ou 30 dias, que estão relacionadas a um determinado período de retorno ou mesmo no conhecimento de uma certa vazão que é igualada ou superada durante uma percentagem do tempo (em geral 95%) obtida da curva de permanência do local estudado. Essa curva de permanência é o complemento da função de distribuição de vazões diárias, mensais, anuais, ou outro tipo de intervalo de tempo e, representa de modo gráfico a relação entre a magnitude e a frequência com que essas vazões são igualadas ou superadas em um período de tempo. Tal curva fornece uma simples, porém, concisa visão gráfica do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, quanto a variabilidade das vazões ao longo do tempo (PINTO, 2006).

Entre as vazões quantitativas de disponibilidade hídrica dos cursos d'água, tem-se as vazões mínimas, que caracterizam a disponibilidade hídrica natural da drenagem e podem ser consideradas um dos fatores limitantes para a concessão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. As vazões mínimas são caracterizadas por sua duração e frequência de ocorrência, que estão associadas ao período de retorno do evento considerado ou a sua permanência no curso d'água. Um dos procedimentos utilizados para a obtenção de vazões mínimas é a curva de permanência, que permite estimar as vazões associadas a diferentes níveis de permanência no tempo, como por exemplo, as vazões Q_{95} e Q_{90} , que são as descargas com 95% e 90% de permanência no tempo (OLIVEIRA et al., 2017).

As vazões mínimas aplicadas como referência são vazões de elevada permanência no tempo, calculadas de forma estatística, a citar a Q_{95} ou a Q_{90} . Se os usos dos recursos hídricos exigem maiores garantias de uso, opta-se por vazões mais conservadoras, como a $Q_{7,10}$, que é a vazão mínima com 7 dias de duração e período de retorno de 10 anos (RIBEIRO et al., 2017).

A aplicação do critério de vazão de referência ou vazão mínima constitui-se em um procedimento adequado para a proteção dos rios, pois as alocações para as derivações são feitas, geralmente, a partir de uma vazão de base de pequeno risco. Este instrumento permite avaliar a disponibilidade hídrica e detectar mudanças significativas no regime hidrológico em longos períodos, que por sua vez fornecem elementos indispensáveis ao processo de gestão dos recursos hídricos associados aos usos múltiplos da água, tais como abastecimento público, irrigação e geração de energia (OLIVEIRA et al., 2017; PINTO et al., 2010).

Uma bacia hidrográfica tem como resposta à precipitação que ocorre sobre a mesma, a vazão no tempo, que representa a integração dos efeitos da precipitação, tipo de solo, uso do solo, geologia e morfologia da bacia. O registro sistemático dos níveis de água constitui a base dos estudos fluviométricos, devido à facilidade com que podem ser efetuadas as observações. O conhecimento dessa grandeza interessa sobretudo pelas possibilidades de ser correlacionada à vazão (CRUZ e TUCCI, 2008; GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

O tempo de concentração em uma bacia hidrográfica é o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia se desloque até a seção principal. Esse tempo é definido também, como o tempo existente entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma (ESTEVES e MENDIONDO, 2003).

3.4 ARCABOUÇO JURÍDICO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Lei nº 9433, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (Quadro 1) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que tem como instrumentos: plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água, outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, sistema nacional de informações sobre recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água, utilizados para assegurar o controle quantitativo e qualitativo de uso e o efetivo exercício dos direitos de acesso a água (BRASIL, 1997).

Para a outorga, a correta determinação da disponibilidade hídrica é de fundamental importância na gestão dos recursos hídricos, visto que este instrumento é a vazão, variável no tempo e no espaço, em que parte é utilizada pela sociedade e

parte é mantida nos cursos d'água para a conservação da integridade de seu sistema ambiental (ULIANA et al., 2016).

Quadro 1: Instrumentos da lei nº 9433/97 (PNRH).

Instrumento	Finalidade
Plano de Recursos Hídricos	Fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos
Enquadramento	Assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água
Outorga	Disciplinar o exercício dos direitos de acesso à água
Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos	Reunir e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil e subsidiar os Planos de Recursos Hídricos
Cobrança	Combater o desperdício e a poluição das águas e reconhecê-la como um recurso natural limitado

Fonte: modificado de Miranda (2012).

Criada pela Lei nº 9.984/2000, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a agência reguladora dedicada a fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas do Brasil, a Lei nº 9.433/1997. Para isso ela segue basicamente quatro linhas de ação:

3.4.1 Regulação

Regula o acesso e o uso dos recursos hídricos de domínio da União, que são os que fazem fronteiras com outros países ou passam por mais de um estado, como, por exemplo, o rio São Francisco. A ANA também regula os serviços públicos de irrigação (se em regime de concessão) e adução de água bruta. Além disso, emite e fiscaliza o cumprimento de normas, em especial as outorgas, e também é a responsável pela fiscalização da segurança de barragens outorgadas por ela. Com o novo marco legal do saneamento básico, aprovado pela Lei nº 14.026/2020, a instituição para a editar normas de referência contendo diretrizes para a regulação dos serviços de saneamento básico, o que inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

3.4.2 Monitoramento

É responsável por acompanhar a situação dos recursos hídricos do Brasil. Coordena a Rede Hidrometeorológica Nacional que capta, com o apoio dos estados e outros parceiros, informações como nível, vazão e sedimentos dos rios ou quantidade de chuvas. Essas informações servem para planejar o uso da água e prevenir eventos críticos, como secas e inundações. Além de, em colaboração com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), definir as regras de operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas, para garantir que todos os setores que dividem o reservatório tenham acesso à água represada.

3.4.3 Aplicação da lei

Coordena a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, realizando e dando apoio a programas e projetos, órgãos gestores estaduais e à instalação de comitês e agências de bacias. Assim, a ANA estimula a participação de representantes dos governos, usuários e das comunidades, em uma gestão participativa e democrática.

3.4.4 Planejamento

Elabora ou participa de estudos estratégicos, como os Planos de Bacias Hidrográficas, Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos, entres outros, em parceria com instituições e órgãos do poder público.

À Agência Nacional de Águas (ANA) cabe organizar, implantar e gerir o SNIRH, de acordo com a sua lei de criação, lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Pelo SNIRH pode-se acessar: a) o portal Hidroweb: acervo de dados hidrológicos; b) Telemetria: dados hidrológicos em tempo real; c) SAR: sistema de acompanhamento de operação dos reservatórios; d) HIDROSAT: monitoramento hidrológico por satélite e; e) METADADOS: download de dados geográficos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) é um dos instrumentos de gestão previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela lei nº 9.433/97. Trata-se de um amplo sistema de coleta, tratamento,

armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intervenientes para sua gestão.

No estado de Roraima a legislação que rege a Política Estadual de Recursos Hídricos-PERH é a Lei nº 547 (RORAIMA, 2006), de 23 de junho de 2006, e ela diz caber ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos-CERH o estabelecimento dos critérios e normas relativos à outorga e de direito de uso dos recursos hídricos. Além disso, a lei diz no seu Art. 09, que os corpos de água estaduais serão enquadrados em classes de uso preponderantes. No seu Art. 10 ela diz que a classificação e o enquadramento dos corpos hídricos nas classes de uso serão estabelecidos em obediência à legislação específica, às normas, resoluções e pareceres técnicos. No que diz respeito a planejamento, projeção e operação dos sistemas de aproveitamento e controle de recursos hídricos o estudo da hidrologia aplicada, tal como foi efetuado nesta pesquisa, é de fundamental importância no auxílio aos órgãos gestores de recursos hídricos, pois a partir desse monitoramento é possível se obter as informações qualitativas e quantitativas relacionadas aos mananciais hídricos das bacias hidrográficas.

O Decreto Lei estadual nº8123-E, de 12 de julho de 2007, regulamentou a Lei nº 547, de 23 de junho de 2006, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de Roraima. No artigo 16 deste Decreto Lei consta que a disponibilidade hídrica será estabelecida em função das características hidrológicas do local ou da bacia hidrográfica sobre a qual incide a outorga observando-se ainda o seguinte: I- a vazão de referência para fins de concessão de outorga de direito de uso da água superficial deverá ser: $Q_{7,10}$, Q_{90} ou Q_L ; II- na falta destas vazões de referência caberá a FEMARH tomar as providências quanto a análise e emissão das outorgas. O artigo 17 desse Decreto Lei fala que ficam estabelecidos para o somatório das vazões a serem outorgadas em um mesmo curso d'água superficial os seguintes limites máximos: I- até 80% das vazões de referência do artigo 16 quando não houver barramento; II- até 80% das vazões regularizadas, dos lagos naturais ou de barramentos implantados em barramentos em mananciais perenes.

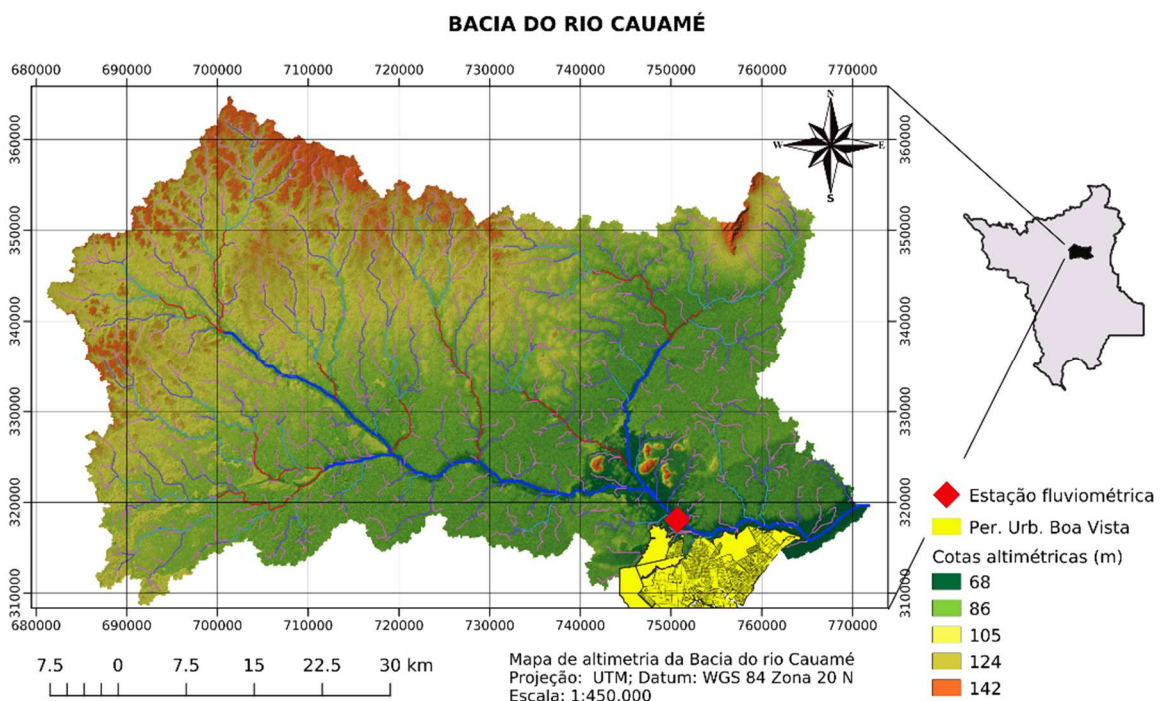
4 MÉTODOS E MATERIAIS

Neste tópico são mostrados os materiais técnico-científicos e a metodologia empregados na pesquisa.

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido na bacia do baixo rio Cauamé (Figura 1). A bacia do rio Cauamé corresponde a pouco mais de 1% da superfície total do estado de Roraima. Porém, ela é de grande importância no aspecto socioeconômico rural e urbano da região, pois comporta em seu interior mais da metade da população do estado. Esta região detém aproximadamente 60% do total de plantios de grãos, além de ser um importante manancial contribuinte para o abastecimento de água para consumo humano da cidade de Boa Vista (BARROSO, 2009).

Figura 1: Mapa de localização da bacia do rio Cauamé, com localização da estação de pesquisa.



Autor: Fábio Wankler, laboratório de Geologia Sedimentar, do NUPENERG/UFRR.

O Cauamé é um rio afluente pela margem direita do rio Branco e, nasce na Serra do Tabaio, no município de Alto Alegre, no estado de Roraima, em uma altitude de 240m e, deságua no rio Branco, no município de Boa Vista, com uma altitude de aproximadamente 80m. Está situado a 8km do centro de Boa Vista, com acesso pela BR 174, no sentido de Pacaraima. Ele deságua no rio Branco, mede 114,6km de extensão e seu nível varia na faixa de 3 metros (durante a estiagem) a 8 metros (durante a cheia) no seu baixo curso, sendo envolto por matas ciliares e praias de areias finas e brancas (MAGALHÃES, et al., 2019; PINHEIRO, 2012; REIS NETO, 2007).

A área de drenagem do rio Cauamé é em torno de 3190 km² e corta diferentes superfícies geomorfológicas, com predominância de grandes extensões de relevo plano (Figura 2), coberto por vegetação tipo savana e encontra-se embasada por rochas pré-cambrianas mesozoicas e cenozoicas do cráton guianês (REIS NETO, 2007).

A bacia do rio Cauamé pelo fato de apresentar grandes extensões de relevo plano demonstra potencial natural para lavouras, mas atualmente são utilizadas para pecuária extensiva. Para lavouras de grãos também existe possibilidade de implementação, desde que se utilize procedimentos estudos técnicos, que envolvam disponibilidade de água, insumos e capital. Nas áreas abaciadas da bacia existe potencial para lavouras, pelas deficiências de fertilidade natural e do déficit hídrico sazonal (BARROSO, 2009).

Figura 2: Trecho da bacia do baixo rio Cauamé em Boa Vista, onde se observa a praia do Cauamé e a rodovia BR 174.



Fonte: Folha de Boa Vista (2016).

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido na Fazenda Recreio, em Boa Vista, no estado de Roraima. A área da estação de monitoramento, uma estação fluviopluiométrica automática, no baixo rio Cauamé, fica entre as coordenadas geográficas: 02°48'09"N a 02°53'34"N e 60°45'04"W a 60°39'40"W, com área de 100km² (UTM *Geo Map*, 2020). A estação telemétrica utilizada nesta pesquisa foi instalada em um dos maiores bairros da capital, que é o Cidade Satélite. O acesso a estação de monitoramento é feito por via terrestre, pela rua dom Aparecido José Dias – bairro Cidade Satélite – Boa Vista/RR.

Figura 3: Visão ampla da estação Fazenda Recreio durante inspeção de rotina.



Fonte: acervo do autor.

4.1.1 Informações gerais sobre as estações

As estações telemétricas utilizadas como base de comparação para o estudo da dinâmica hidrológica do baixo rio Cauamé nesta pesquisa foram as mais próximas da bacia referência da pesquisa, ou seja, são as bacias hidrográficas adjacentes ao Cauamé. As estações selecionadas (Figura 4) foram a estação Boa Vista no rio Branco (cód.14620000), a estação Fazenda Passarão no rio Uraricoera (cód. 14515000), a

estação Mucajaí no rio Mucajaí (cód. 14690000) e a estação Fé Esperança também, no rio Mucajaí (cód. 14680001). As coordenadas geográficas de todas as estações foram tomadas em GPS *Garmin* 12 canais. As informações gerais dos postos de pesquisa estão discriminadas na Tabela 1.

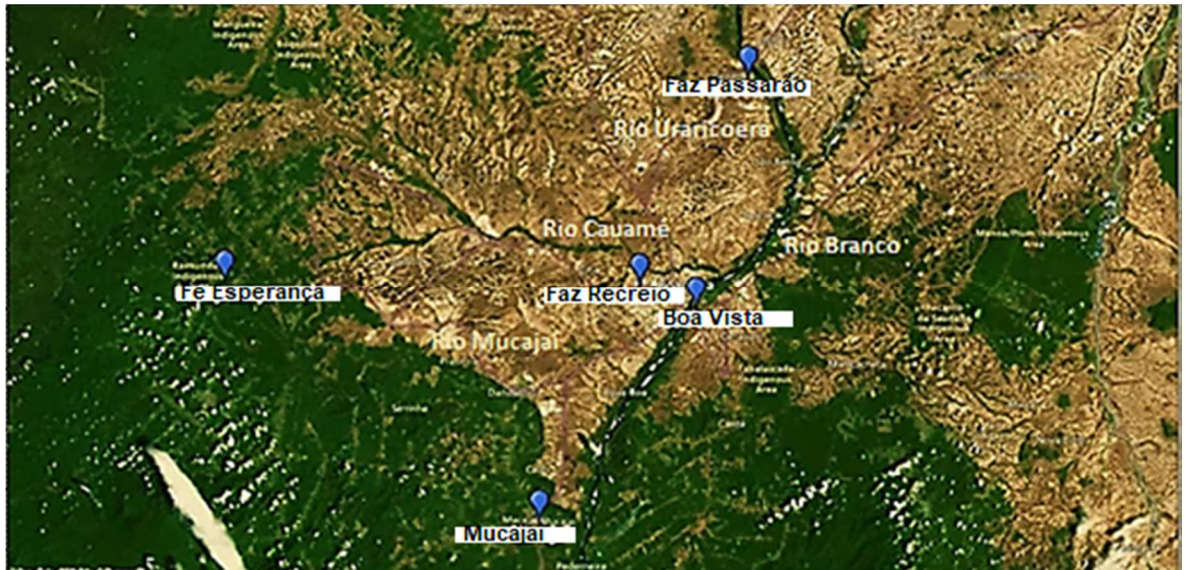
Tabela 1: Informações gerais sobre as estações de monitoramento da pesquisa.

Estação	Código	Rio	Município	Coordenadas Geográficas	Área de drenagem (km ²)
Fazenda Recreio	14235200	Cauamé	Boa Vista	02°51'51,6"N e 60°45'06,2"W	3190
Boa Vista	14620000	Branco	Boa Vista	02°49'31,2"N e 60°39'29,0"W	97200
Fazenda Passarão	14515000	Uraricoera	Boa Vista	03°12'33,1"N e 60°34'15,7"W	50200
Mucajaí	14690000	Mucajaí	Mucajaí	02°28'16,7"N e 60°55'04,9"W	19800
Fé Esperança	14680001	Mucajaí	Alto Alegre	02°52'11,7"N e 61°26'27,8"W	12200
Sítio Jaraguá	14570000	Cauamé	Boa Vista	02°51'39,0"N e 60°43'54,0"W	2920

Fonte: O autor.

Nesse estudo foram utilizados também os dados de uma estação extinta em 2009 do rio Cauamé (Figura 5), estação fluviométrica convencional Sítio Jaraguá no rio Cauamé (cód. 14570000). Os códigos das estações na Tabela 1 referem-se à identificação das estações fluviométricas (F) e, são utilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) para localização das estações hidrometeorológicas da rede nacional (RHN) de acordo com a sub-bacia de cada posto de monitoramento, no caso desta pesquisa a sub-bacia de todas as estações é a 14.

Figura 4: Localização das estações telemétricas da pesquisa. Boa Vista (cód.14620000), Fazenda Passarão (cód. 14515000), Mucajaí (cód. 14690000), Fé Esperança (cód. 14680001) e Fazenda Recreio (14235200).



Fonte: Google Earth (acessado em 23.05.2020).

Figura 5: Localização das estações Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá, no baixo rio Cauamé, em Boa Vista/RR.



Fonte: Google Earth (acessado em 04.07.2020).

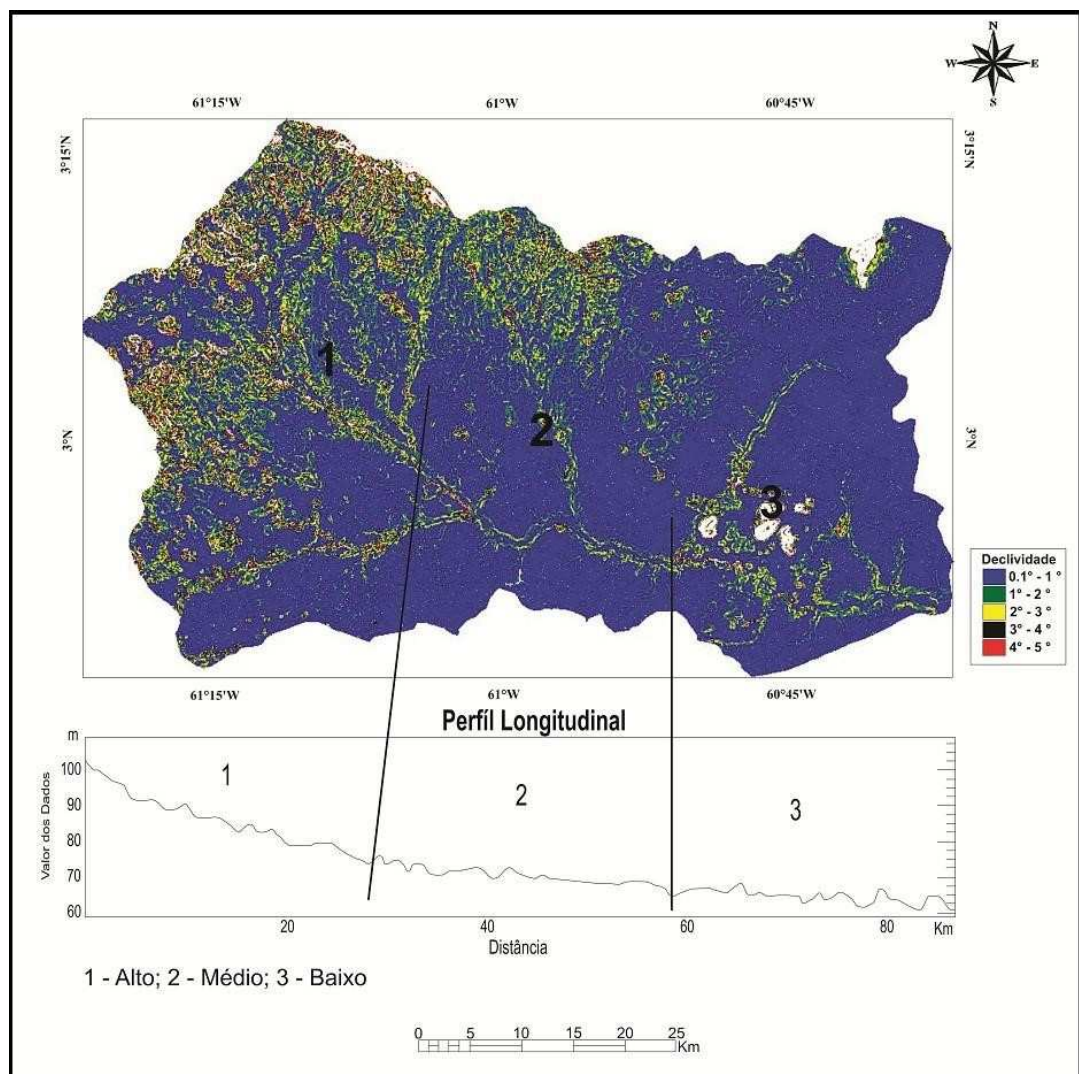
4.2 FISIOGRAFIA DA BACIA

Os diferentes parâmetros que envolvem os aspectos fisiográficos da bacia do rio Cauamé são tratados neste tópico.

4.2.1 Hidrografia

Em seu alto curso o rio Cauamé sofre com o regime sazonal de seca, de 4 a 6 meses, o que faz diminuir a quantidade de água no manancial, ficando seu leito praticamente só com poças d'água nos locais mais profundos do leito (Figura 7). O rio Cauamé próximo a sua desembocadura apresenta uma mudança de direção devido ao bloqueio de carga detrítica arenosa depositada pelo rio Branco (REIS NETO, 2007).

Figura 6: trechos do baixo, médio e alto rio Cauamé.



Fonte: modificado de Oliveira e Carvalho (2014).

A bacia do rio Cauamé é dividida em 3 compartimentos de acordo com a variação do gradiente longitudinal: a) Alto Rio Cauamé, onde se encontram as nascentes do rio e possui uma área de 751,723km², com altitudes entre 75 a 100

metros, com uma extensão de aproximadamente 18,35km; b) Médio Rio Cauamé: possui uma área de 1231,581km², cotas altimétricas entre 62 e 75 metros e uma extensão de 31,48km de canal; c) Baixo Rio Cauamé: apresenta uma área de 1175,761km², com cotas altimétricas de 62 metros e canal com 28,43km de extensão (OLIVEIRA e CARVALHO, 2014).

Figura 7: Trecho do rio Cauamé nas nascentes em Alto Alegre/RR, no período de estiagem.



Fonte: Indianara Gouveia (23.03.2019).

No baixo rio Cauamé, onde está instalada a estação de pesquisa, observa-se o ambiente deposicional devido a menor capacidade de transporte do rio, formando uma planície fluvial mais desenvolvida que nos outros compartimentos da bacia (Figura 8). Neste trecho ocorre a formação de meandros, com depósitos de areia, formados por sedimentos de fundo, os quais são transportados e depositados nos trechos de convexidade do canal, apresentando como característica as barras fluviais ou barras de pontal (OLIVEIRA e CARVALHO, 2014).

Figura 8: Vista para jusante do trecho do baixo rio Cauamé, na praia da Polar em Boa Vista/RR, a cerca de 3km do rio Branco (Google Maps, 21.09.2020).



Fonte: Marcello Lourenço (março de 2009).

4.2.2 Geologia

Na bacia do rio Cauamé são observadas as seguintes unidades geológicas: Grupo Cauarane, Complexo Vulcânico Apoteri, Formação Boa Vista, Grupo Surumu e Suíte Metamórfica Rio Urubu. Sendo que o Grupo Cauarane apresenta idade de 2253 ± 19 Ma, tendo como seção tipo a serra Cauarane, localizada a norte de Boa Vista, onde foram identificadas intercalações de quartzitos, itabiritos, anfibolitos, quartzo-mica xisto e anfibolioxistos. A Suíte Metamórfica Rio Urubu apresenta afloramentos de ortognaisses de idade 1966 ± 37 Ma (CPRM, 2016; REIS NETO, 2007;).

Conforme Reis Neto (2007), a Formação Surumu tem idade geológica de 1850Ma e, é constituída por tufos de lava riodacítica ou andesítica e raramente riolítica, sendo caracterizada por rochas miloníticas. O Complexo Vulcânico Apoteri tem idade de 108Ma, sendo formado por corpos de diabásio na forma de diques encaixados em fraturas e falhas na direção NE-SW, E-W e NW-SE, bem como derrames vulcânicos associados à evolução da bacia do Tacutu. Por fim, a Formação Boa Vista engloba uma delgada sedimentação arenosa de cores claras, cimento argiloso, intercalando camadas seixosas, mencionando também, a ocorrência de concreções lateríticas na forma de tesos. Esta Formação recobre discordantemente as rochas polimetamórficas do Complexo Guianense, da Formação Surumu e intrusivas da Formação Apoteri e da Formação Tacutu.

Grande parte da bacia hidrográfica do rio Cauamé encontra-se em terreno sedimentar da Formação Boa Vista, porém existem duas áreas contrastantes geologicamente na bacia, que são os afloramentos de rochas basálticas (Complexo Vulcânico Apoteri) no seu baixo curso e, os predominantes metassedimentos (paragnaisses e metacherts do Grupo Cauarane) nas suas cabeceiras (BARROSO, 2009).

A Formação Boa Vista é de idade pleistocênica superior e trata-se de uma delgada sedimentação arenosa frouxa, de cores claras, cimento argiloso, intercalando camadas seixosas. Na região entre o estado de Roraima e a Guiana aflora a Formação Boa Vista, depositada em bacia aparentemente rasa, ovalada e alongada na direção NE-SW. Ela é composta por arenitos arcoseanos e conglomeráticos friáveis. Na mesma bacia e sobre a Formação Boa Vista, depositaram-se leques aluviais e sedimentos de planície aluvial denominados de Formação Viraquim. Os campos de dunas e areia existentes no domínio de sedimentação da Formação Boa Vista foram denominados com Formação Areias Brancas. Já os aluviões modernos são do quaternário e correspondem a depósitos residuais de canal (seixos), depósitos de canal ou barras de meandros (areias), depósitos de barras de canal (areias) e depósitos típicos de planície de inundação (argilas, siltes e turfas). Os seixos, areias, siltes e argilas correspondem ao desmantelamento das unidades geológicas mais antigas que foram erodidas, transportadas e depositadas nos aluviões (IBGE, 2020; RIKER e HORBE, 2007; CPRM, 2003).

A Formação Boa Vista varia de 15 a 120 metros e, em função da sua continuidade lateral e vertical é o principal reservatório de água do Sistema Aquífero Boa Vista (SABV), na área do município de Boa Vista (WANKLER, EVANGELISTA e SANDER, 2012).

A pesquisa foi desenvolvida no chamado baixo rio Cauamé, que fica mais próximo à desembocadura no rio Branco. O local onde se encontra a estação apresenta solo amarelado com presença de crostas lateríticas superficiais alteradas e vegetação rasteira típica dessa parte da área de drenagem. A calha do rio onde se encontra instalado o sensor de pressão apresenta areia fina a média relacionada a Formação Boa Vista, porém existem afloramentos de rochas basálticas.

4.2.3 Geomorfologia

A bacia do baixo rio Cauamé situa-se em sua maior parte na depressão Boa Vista, uma unidade geomorfológica de relevo plano e levemente dissecado, assentada sobre os sedimentos da Formação Boa Vista, com cotas variando de 90 a 120 metros. Os processos formadores da depressão Boa Vista estão relacionados a pediplanação pleistocênica, que nivelou os depósitos de sedimentos imaturos e também, aos processos atuais de retomada de erosão, que são evidenciados pelo entalhe incipiente da drenagem (IBGE, 2020; MELO et al., 2007).

A denominada depressão Boa Vista abrange 88,98% da área do município de Boa Vista. Esta unidade é caracterizada sobretudo por planos interfluviais formando uma superfície intermontana suavemente irregular. Os planos foram desenvolvidos sobre os sedimentos da Formação Boa Vista. A dissecação incipiente é efetuada pelos rios que compõem a alta bacia do rio Branco. Relevos residuais sustentados por lateritas ferruginosas constituem os denominados “tesos”. A presença de lagoas concentradas na parte nordeste da unidade está ligada a impermeabilidade dos terrenos onde a laterita ocorre em subsuperfície (IBGE, 2020).

Geomorfologicamente, a bacia apresenta uma grande área de planície com predominância de grandes extensões do relevo plano, cobertos por savana, áreas abatidas, áreas com relevo ondulado e serras remanescentes (inselbergs), nas quais meandram igarapés intermitentes ou não, marcados por um alinhamento de veredas de buritis e inúmeras lagoas fechadas ou parcialmente drenadas por tais igarapés. Esta região possui algumas serras e morros isolados, com sistemas de acumulação, tais como planícies aluviais lacustes (MORAIS e CARVALHO, 2015; REIS NETO, 2007).

A característica geomorfológica da área da pesquisa é a extensa superfície de aplainamento a qual se desenvolve em cotas entre 50 e 100 metros, com suaves ondulações, denominadas de tesos, correspondendo a remanescentes residuais de origens diversas, localizada em toda a sua área central. Com uma predominância dos processos deposicionais, fraco controle estrutural e baixa dissecação de relevo. Esta região possui algumas serras e morros isolados, com sistemas de acumulação, tais como planícies fluviais e lacustres (MORAIS e CARVALHO, 2015).

A área de estudo encontra-se inserida em domínio de savana, denominada regionalmente de lavrado, que no estado se desenvolve na forma de mosaicos, com

sistemas de baixa densidade arbórea, mas também apresentando áreas florestais, tais como ilhas de mata e matas de galeria (REIS NETO, 2007).

4.2.4 Pedologia

Os depósitos quaternários, sedimentos arenosos e argilosos inconsolidados, pertencem as planícies e terraços fluviais do rio Cauamé, e são resultantes do processo de agradação e distribuição contínua, apresentando altitudes que variam de 60 a 80 metros. Nestas unidades são encontrados depósitos de areias brancas, possivelmente originadas da lixiviação de latossolos com geração de espodossolos. Outra possibilidade para a origem dessas areias seja erosão seletiva com retirada de material argiloso. Em alguns afluentes do rio Cauamé, como igarapé AuAu (Figura 9), é possível notar a presença dessas areias brancas lixiviadas, cobertas por latossolo amarelo embasados por material conglomerático (REIS NETO, 2007).

Figura 9: Trecho do Igarapé AuAu, afluente do rio Cauamé, evidenciando a presença das areias brancas lixiviadas.



Fonte: Acervo do autor.

Na Fazenda Bom Intento a cerca de 800 metros do rio Cauamé encontra-se gleissolo háplico, distrófico típico, com textura argilosa sem cascalho a muito argilosa sem cascalho. O horizonte superficial é A moderado. O material originado é alóctone, sendo produto de sedimentação de depósitos de materiais areníticos, pelíticos e

siltíticos. O relevo local é plano e mal drenado, com vegetação tipo savana (IBGE, 2020).

Na Fazenda Brasília a 800 metros do rio Cauamé, na BR 174, observa-se gleissolo melânico, distrófico típico, com textura argilosa sem cascalho. O horizonte é A húmico. O material é de origem alóctone, sendo produto de sedimentação de depósitos de materiais areníticos, pelíticos e siltíticos. O relevo local é plano, mal drenado e a vegetação é do tipo savana (IBGE, 2020).

4.2.5 Vegetação

A cobertura vegetal dominante na área da pesquisa é a savana, denominada regionalmente de lavrado, que no estado se desenvolve na forma de mosaicos, com sistemas de baixa densidade arbórea, mas também apresentando áreas florestais, tais como ilhas de mata e matas de galeria (REIS NETO, 2007).

Na área observa-se uma vegetação formada por uma camada de gramíneas e ciperáceas em algumas áreas francamente abertas, em outras elas são entremeadas por vegetação arbustiva como o caimbé (*curatela americana*) e murici (*byrsonima spp*) e árvores como sucuuba (*hymatanthus articulatus*) e sucupira do campo ou paricarana (*bowdichia virgilioides*). Além destas a vegetação é composta por complexa rede de ilhas de matas diversamente distribuídas por formações de buritizais lineares ou agrupados (MORAIS e CARVALHO, 2015).

Os buritizais (*mauritia flexuosa*) presentes nesta região se distribuem de duas maneiras descritas a seguir: a primeira são os que se formam ao longo dos igarapés que drenam o lavrado (Figura 10), os quais são interconectados com os principais rios por uma mata de galeria e, a segunda formação de buritizal dispõem-se em agrupamentos e está associada aos paleo-canais (terraços) de alguns rios como por exemplo o rio Cauamé (MORAIS e CARVALHO, 2015).

Figura 10: Buritizais no ramal do Água Boa, no Km 480 da BR 174, em Boa Vista/RR.



Fonte: Janayara Magalhães (05.09.2020).

A vegetação mais observada na área de pesquisa é do tipo savana parque, mas também, ocorrem em menores proporções as savanas arborizadas, as florestas estacionais semidecíduais submontanas e a vegetação do tipo secundária (IBGE, 2020).

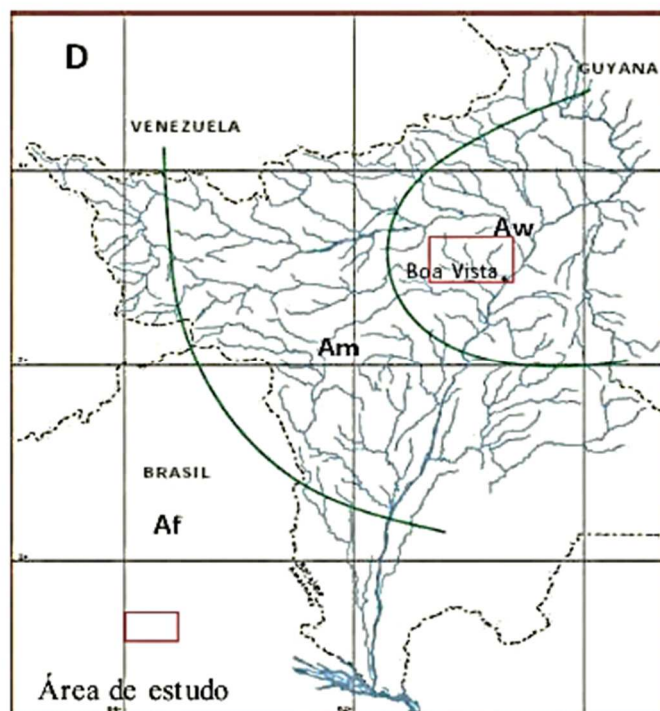
4.2.6 Clima

O estado de Roraima é um dos estados da região Norte que agrega tipologias climáticas diferenciadas, devido à disposição física do estado, ladeado ao sul e a oeste pela floresta Amazônica; a norte pelo complexo montanhoso de Roraima/Pacaraima, a leste pelas savanas, que se estendem pelos campos da Guiana; onde se localiza a bacia do rio Cauamé (COSTA, FALCÃO e SOUZA, 2007).

O clima predominante nesta região apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, com temperatura média entre máximas de 30°C e, médias mínimas de 22°C, com umidade relativa média de 67%. A precipitação anual oscila entre 1100mm a 2300mm. Existem duas estações sazonais ao ano bem definidas transcorrendo o período seco de setembro a abril e o chuvoso, de maio a agosto (LEMOS, VIEIRA e FERRAZ, 2017; MORAIS e CARVALHO, 2015).

Na região de Boa Vista, onde localiza-se a bacia do baixo rio Cauamé, o clima é do tipo Aw, tropical com chuvas de verão e temperaturas médias anuais de aproximadamente 26°C (Figura 11). A cidade possui uma condição hidrológica bastante particular, onde seu período chuvoso ocorre entre os meses de abril e setembro. O clima da região é regulado por duas massas de ar, a equatorial continental (MEC) e a equatorial atlântica. A massa equatorial continental tem origem na Amazônia Ocidental e sua atuação está associada à posição do Equador térmico, que acompanha o zênite solar, seguindo também o posicionamento da zona de convergência intertropical. Na região a ação da MEC ocorre principalmente entre os meses de abril e setembro, quando o eixo do equador solar se encontra voltado para o hemisfério Norte (SILVA et al., 2015).

Figura 11: Tipo de clima na região de Boa Vista/RR.



Fonte: modificado de Reis Neto (2007).

As chuvas médias anuais se reduzem progressivamente no sentido sudoeste-nordeste não incluindo a região sudeste de Roraima. Na parcela norte do estado os volumes apresentam redução no sentido ocidental-oriental, especialmente na parcela central, entre floresta e savana, quando há uma redução dos valores de chuva de

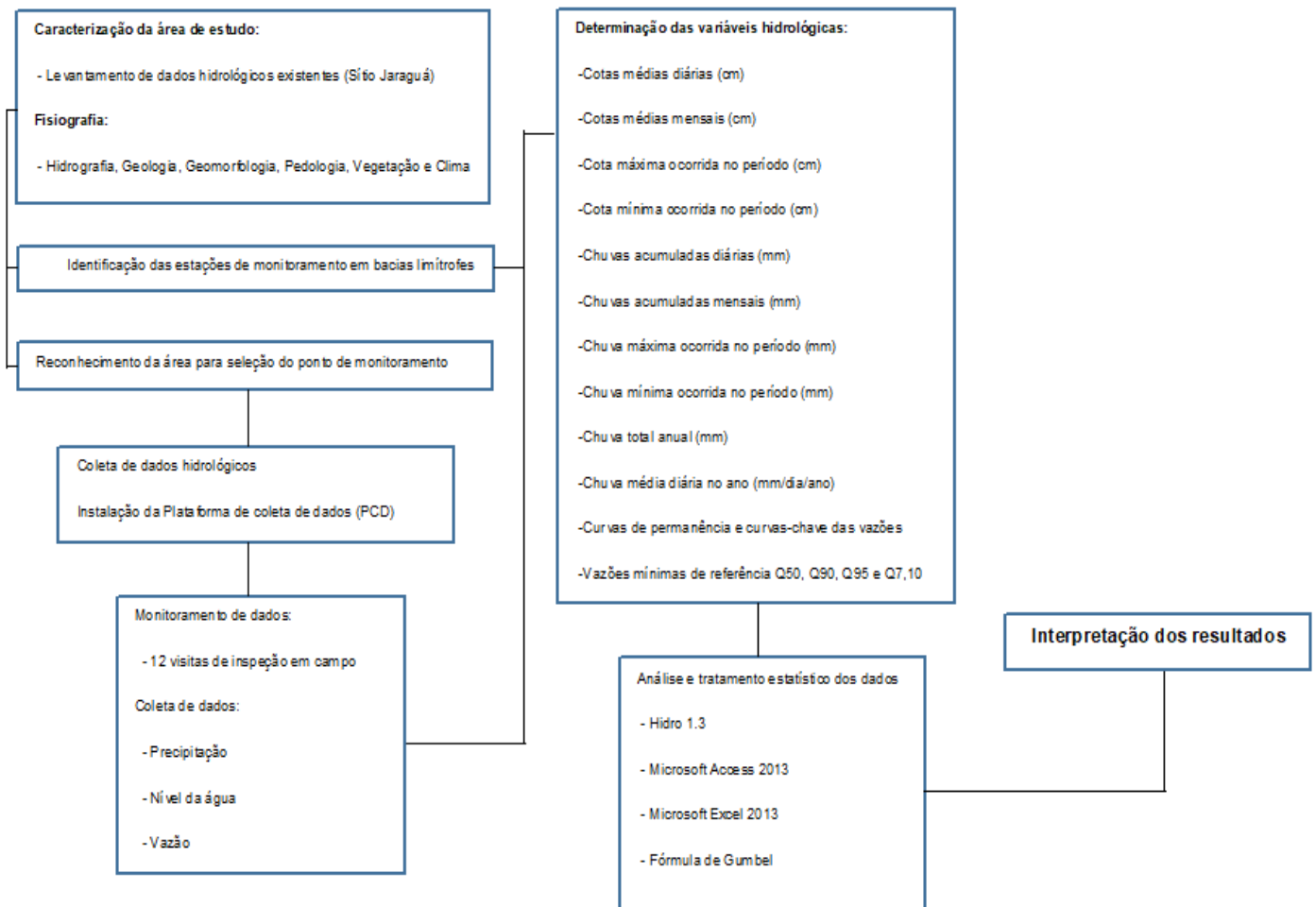
aproximadamente 2300mm/ano para valores de cerca de 1100mm/ano, para áreas posicionadas a 150km para leste (SANDER, WANKLER e CARVALHO, 2018).

Na cidade de Boa Vista, a redução das chuvas chegou a casa dos 32,86% para os estágios de *el niño* de forte intensidade, onde os valores passaram de 1636,60mm/ano para 1123,05mm/ano. Nos episódios de *la niña* o acréscimo médio de chuva em Boa Vista foi de 8,06%, chegando a um valor de pluviosidade médio de 1787,50mm/ano (SANDER, WANKLER e CARVALHO, 2018).

4.3 ETAPAS DE TRABALHO

O presente trabalho seguiu as seguintes etapas de trabalho (Quadro 02):

- a) Caracterização da área de estudo, com identificação dos elementos fisiográficos da área;
- b) Identificação das estações de monitoramento em bacias limítrofes que serão usadas na comparação dos resultados da estação da estação de tratamento da área de estudo;
- c) Reconhecimento de campo para seleção da área para instalação da estação de monitoramento;
- d) Execução da instalação de uma estação de monitoramento fluvio-pluviométrica, do tipo automática, no baixo curso do rio Cauamé;
- e) Execução de 12 visitas técnicas mensais de inspeção e manutenção nessa estação;
- f) Realização a análise e o tratamento estatístico dos dados adquiridos na estação da pesquisa e estações comparativas;
- g) Interpretação dos resultados.

Quadro 2: Fluxograma da metodologia empregada na pesquisa.

Fonte: O autor.

4.3.1 Aquisição de dados

A partir do banco de dados fluviométricos e pluviométricos disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), mantido pela ANA, efetuou-se a aquisição de dados pelo *download* do inventário de cada uma das estações hidrometeorológicas. As tabelas geradas após as consistências efetuadas nos dados brutos estão presentes nos anexos de A a E desse trabalho.

Os dados da estação Fazenda Recreio entre maio 2019 e julho 2019 foram adquiridos diretamente na estação telemétrica no campo, pois neste período a estação ainda não se tinha configuração de transmissão via satélite, que foi disponibilizada

pela equipe de telemetria da ANA, em julho 2019. A partir daí a estação passou a efetuar transmissão dos dados do baixo rio Cauamé e a coleta passou a ser remota.

Diferentemente da estação Fazenda Recreio, no caso da extinta estação fluviométrica convencional Sítio Jaraguá, os dados de cota diária (cm), foram tomados por um observador hidrológico, que anotava todos os dias, às 07:00h e às 17:00h, o valor do nível da água (NA) naquele momento em uma caderneta entregue pela entidade operadora da estação. Esses dados depois eram analisados e consistidos pelos responsáveis técnicos da rede hidrometeorológica (Serviço Geológico do Brasil-CPRM), para depois serem colocados no banco de dados da ANA e disponibilizados no portal Hidroweb.

O processo de medição de descarga líquida do baixo rio Cauamé, foi feito no ponto de instalação da estação Fazenda Recreio. O mesmo faz parte de um projeto de pesquisa de mestrado do PROFÁGUA, com apoio do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, de Jean Flávio Cavalcante de Oliveira. A seção transversal local é apropriada para execução das medições de vazão e o mesmo está realizando os trabalhos com medidores de descarga líquida acústicos, que funcionam por efeito *doppler*, tais como M9 e *Riverray*.

4.3.2 Coleta de dados hidrológicos

Para a coleta de dados hidrológicos, foi necessária a instalação de uma estação fluvio-pluviométrica para monitoramento dos valores horários de chuva e nível da água. O equipamento, uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) instalada na estação Fazenda Recreio (Figura 10h) foi disponibilizada pela Fundação Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado de Roraima (FEMARH), por meio da estruturação da Sala de Situação do Programa de Gestão de Recursos Hídricos (PROGESTÃO), um projeto desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com os estados brasileiros. Na Plataforma de Coleta de Dados (PCD) do projeto de pesquisa foram instalados um sensor de pressão para informação das cotas após ajuste de *offset*. Além disso, foi instalado o pluviômetro automático para controle da precipitação pluviométrica do posto.

O equipamento de monitoramento instalado foi um coletador e armazenador de dados analógicos que converte automaticamente tais dados em arquivos digitais (*datalogger*), para serem depois consistidos em séries de parâmetros hidrológicos.

A estação de monitoramento da pesquisa efetua transmissão via satélite GOES 1 dos valores monitorados pelos sensores instalados no posto, no nosso caso um sensor de nível da água, tipo transdutor de pressão, modelo *Keller*, com faixa de medição de 0 a 20 metros de profundidade e, um pluviômetro automático digital, modelo Tb4 (*Tipping-Bucket*), com resolução de 0,20mm e área de captação de 314,16cm². A alimentação para funcionamento da estação é feita por bateria selada de 12V, que é carregada diariamente por um painel solar com regulador de carga de 20Watts.

O sistema de alimentação por energia solar deve ser capaz de recarregar a bateria e, simultaneamente, deve fornecer a energia necessária para o funcionamento contínuo da PCD, levando-se em conta o consumo do *datalogger* e do regulador de carga para a operação dos sensores, a medição de chuva e nível da água, e a transmissão remota dos dados em intervalos de uma em uma hora. Toda bateria utilizada deve ser recarregável, do tipo selada, gelatinosa e livre de qualquer manutenção e deverá ter capacidade de fornecer energia à PCD durante pelo menos 3 (três) dias sem nenhuma recarga, de forma a garantir a operação sem interrupção das estações em locais ou períodos com baixa insolação (ANA, 2011).

A cota do NA em Sítio Jaraguá no dia da instalação da nova estação foi de 338cm, às 15:00h do dia 23.03.2019 e, foi esta cota que a equipe utilizou em Fazenda Recreio. Por meio de nivelamento topográfico se definiu as novas referências de nível (RN's). Porém, o período de dados utilizados nas análises estatísticas desta pesquisa foi de 01 ano, a partir de maio/2019, devido a ajustes preliminares nos sensores.

A regressão linear utilizada na instalação em Fazenda Recreio foi definida seguindo Naghettini e Pinto (2007):

$Y = a + b \cdot X$, onde, Y =variável dependente do modelo; a e b = coeficientes de estimativa e; X =variável independente do modelo (Fórmula 2).

Um dos requisitos para implantação de uma rede de monitoramento hidrológico é a segurança do local, que é necessária para evitar vandalismos e furtos

dos equipamentos. Além disso, é importante que a área seja livre de alagamentos e erosão. A área para a instalação de uma seção de medição de descarga líquida tem que ser num trecho de rio bem encaixado e com as margens firmes para evitar transbordamentos, além de ser livre de controles fisiográficos.

No registro fotográfico da etapa de campo é possível verificar desde a fixação das hastes (Figura 12a) suporte dos equipamentos (tubos galvanizados de 2”), passando pela instalação do pluviômetro automático (Figura 12b) e instalação do *datalogger* (Figura 12c), que se encontram instalados no ponto mais alto do terreno, para evitar que a água do rio possa chegar aos equipamentos na cheia e danificá-los. Fixação do sensor de pressão (Figura 12d e 12e) dentro d’água (tubos de PVC soldáveis de 2” e 0,5”), até a construção das referências de nível (RN’s) da estação fluviométrica convencional, em concreto e parafuso de referência no meio da base (Figura 12f). O final do trabalho pode ser observado nas Figura 12g e 12h.

Figura 12: Instalação da estação telemétrica em Fazenda Recreio.



Foto: O autor.

4.3.3 Monitoramento de dados

A estação telemétrica do projeto foi periodicamente inspecionada utilizando-se os equipamentos fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM, tais como *notebook*, cabo de conexão PC-PCD, multímetro e reversor de corrente. Já o deslocamento até a estação de pesquisa, para a manutenção mensal da estação, foi efetuado sempre com o apoio da FEMARH.

A pesquisa de campo levou 1 ano, tendo sido iniciada dia 23.03.2019, logo que a infraestrutura para instalação da Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e da estação fluviométrica convencional foi finalizada. Porém, a aquisição de dados utilizada no desenvolvimento científico do trabalho foi de maio/2019 a abril/2020. A partir de julho/2019 a estação de pesquisa passou a ter um código fluviométrico (14235200) e uma configuração de transmissão via satélite (ID, Canal e Tempo de Transmissão), disponibilizados pela equipe de telemetria, da Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional (SGH), da Agência Nacional de Águas (ANA), passando assim a efetuar a transmissão via satélite dos dados.

4.3.4 Variáveis hidrológicas

As principais variáveis hidrológicas utilizadas nesta pesquisa foram: cotas médias diárias (cm), cotas médias mensais (cm), cota máxima ocorrida no período (cm), cota mínima ocorrida no período (cm), chuvas acumuladas diárias (mm), chuvas acumuladas mensais (mm), chuva máxima ocorrida no período (mm), chuva mínima ocorrida no período (mm), chuva total anual (mm), chuva média mensal (mm), chuva média diária no ano (mm/dia) e, as vazões mínimas de referência Q_{90} , Q_{95} , Q_{50} e $Q_{7,10}$, adquiridas a partir das curvas de permanência das vazões e das vazões médias anuais.

Os dados utilizados para análises estatísticas dos parâmetros de chuva e nível d'água foram obtidos das estações convencionais e telemétricas localizadas no rio Cauamé, no rio Branco, no rio Uraricoera e no rio Mucajaí. Estes dados assim como os dados de vazão foram obtidos dos inventários de cada estação citada e baixados do portal Hidroweb (ANA), inclusive da extinta estação fluviométrica Sítio Jaraguá (14570000), no rio Cauamé. Já os dados de vazão do rio Cauamé, na Fazenda Recreio, foram adquiridos junto ao Técnico em Geociências, da CPRM, Jean Flávio

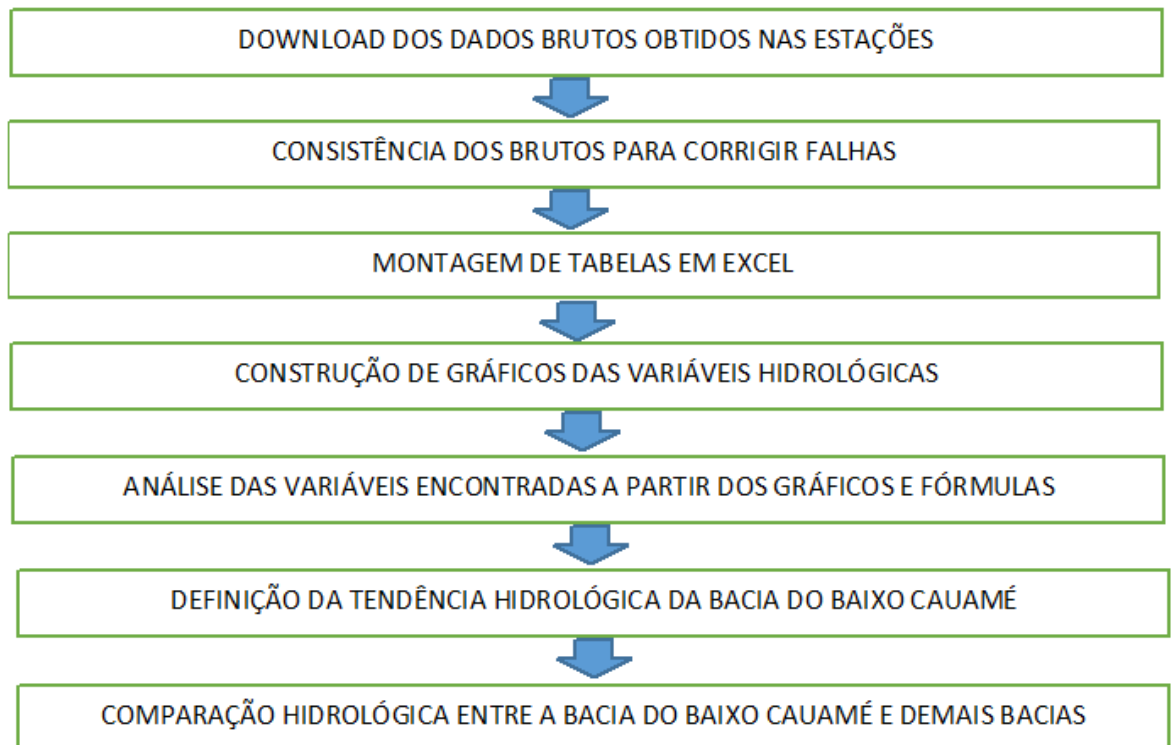
Cavalcante de Oliveira, que está desenvolvendo o seu trabalho de mestrado no mesmo local onde está instalada a estação fluviométrica deste trabalho.

4.3.5 Análise estatística

Os dados brutos em extensão *X/ls* adquiridos junto ao Hidroweb (ANA) e diretamente nas PCD's, foram consistidos para correção de falhas e, para que se utilizasse ferramentas estatísticas disponíveis no Microsoft Excel 2013, além do aplicativo Hidro 1.3, para consistência de informações hidrometeorológicas, na extensão Microsoft Access 2013. Além desses procedimentos preliminares, nas análises utilizou-se também, fórmulas matemáticas, tais como a de Gumbel, a da média aritmética, a do desvio padrão, mediana entre outras, para definição de algumas variáveis hidrológicas tais como a cota média diária, chuva média diária no ano, períodos mais chuvosos, vazão de referência $Q_{7,10}$ etc.

As análises estatísticas da pesquisa basearam-se em dados oriundos das estações de monitoramento de referência utilizados na pesquisa e serviram para se montar tabelas na extensão *Csv* e, depois gráficos cartesianos, com as mais variadas curvas e histogramas, tais como cotagramas mensais, pluviogramas anuais, curvas de permanência, curvas-chave de descarga etc.

De posse dos valores de referência obtidos com as análises estatísticas buscou-se demonstrar o comportamento hidrológico e, também, comparar hidrológicamente a bacia hidrográfica do baixo rio Cauamé com as outras bacias hidrográficas adjacentes. O fluxograma abaixo mostra as etapas executadas pela equipe nas análises estatísticas da pesquisa (Quadro 3).

Quadro 3: Fluxograma analítico da pesquisa.

Fonte: O autor.

4.3.6 Análise de consistência

Após as análises preliminares dos dados brutos executadas em laboratório, realizou-se o trabalho de consistência. Ele serviu para efetuar as devidas correções de falhas (ausência ou número anômalo em um campo de dados), encontradas nas tabelas adquiridas. Tais falhas nos dados brutos de estações telemétricas ocorrem principalmente devido: falta ou intermitência de energia da PCD, ocasionando um lapso de tempo sem dados, devido a bateria fraca, que corta o sinal de transmissão da estação em parte da série; vandalismo, como o corte do cabo sensor de pressão, que não envia os dados do nível da água ao *datalogger*; valores anômalos, causados pelo sensor de pressão estar assoreado ou devido a entupimento do pluviômetro. As falhas na transmissão encontradas durante o período de monitoramento, foram corrigidas pela substituição da bateria por uma nova, por solda elétrica no cabo sensor de pressão cortado e pela limpeza e calibração do pluviômetro automático.

Foi feito um trabalho de monitoramento hidrológico mensal (que sofreu impedimentos devido as regras de isolamento social decorrentes da pandemia COVID-19), a fim de executar a manutenção corretiva periódica da estação.

As tabelas geradas após as consistências efetuadas nos dados fluviopluiométricos brutos estão apresentadas nos anexos de A a E desse trabalho. Mesmo que o código de uma estação pluviométrica (P) seja diferente de uma estação fluviométrica (F), aqui nesta pesquisa, para fins de classificação, optou-se em identificar as estações com o código F, pois nem todas as estações da rede hidrometeorológica tem código P.

4.3.7 Determinação de variáveis hidrológicas

A pesquisa fluviométrica neste trabalho se baseou inicialmente na análise das precipitações diárias (mm), das cotas diárias (cm) e nas vazões das estações (m³/s). Além disso, foi feita a correlação dos eventos de chuva diárias e das cotas diárias, para se verificar o comportamento do nível da água nas estações em resposta às chuvas que ocorreram. Posteriormente, foram feitas as análises estatísticas mais detalhadas, com o objetivo de definir o comportamento dos rios no período de cheia e no período de estiagem.

Com base nos dados de nível gerados a partir do sensor de pressão ou radar ultrassônico de cada uma das estações da pesquisa, foi possível acompanhar os valores horários de nível da água (NA), para posteriormente, se definir as cotas médias diárias dos postos. O mesmo foi feito para as chuvas horárias.

Para comparação entre as variáveis hidrológicas encontradas nesta pesquisa foi utilizado o método duplo-acumulativo ou de dupla-massa. No método duplo-acumulativo de comparação entre as amostras **X** e **Y**, o coeficiente de determinação (**R**) utilizado é adimensional, e varia de -1 a +1. Quando esse coeficiente é positivo a amostra **Y** aumenta, com o crescente aumento de **X**. Se **R**=1 tem-se uma relação positiva perfeita, se **R**=-1 temos uma relação negativa perfeita e, se **R**=0 não existe relação entre as amostras. Quanto maior esse **R**, mais explicativo e representativo é o modelo linear aplicado na amostragem (CHIERICE Jr, 2013).

Medidas de dispersão de um conjunto de variáveis, tais como média aritmética, mediana e desvio padrão, também foram utilizadas nesta pesquisa. A média aritmética se refere ao valor da soma de cada um dos elementos da amostra (m) pelo número total de elementos (N). O desvio padrão mostra o quanto de dispersão há em relação à média do conjunto. O coeficiente de variação (CV) expressa a variabilidade dos dados da amostra sem a influência da ordem de grandeza da variável e, quanto menor for seu valor, mais homogêneo será o conjunto amostrado e, ele pode ser expresso pelo desvio padrão (DP) em razão da média aritmética (Med), como pode se ver abaixo na Fórmula 3 (ANDRADE, 2014):

$CV = 100 * (DP / Med)$, onde, CV = coeficiente de variação, DP = desvio padrão e Med = média aritmética (Fórmula 3).

A mediana como um valor de tendência central, que separa a frequência total de um conjunto em duas metades iguais é imune a presença de valores extremos e discordantes da amostra (NAGHETTINI e PINTO, 2007), é de suma importância para a análise hidrológica em uma bacia hidrográfica, pois nos permite verificar qual período mais alto e qual o mais baixo em relação ao nível da água dos rios durante os meses de monitoramento da pesquisa.

4.3.8 Gráficos analíticos

As curvas de permanência de cotas médias diárias das estações telemétricas da pesquisa podem fornecer uma estimativa do escoamento hídrico ocorrido nas bacias hidrográficas, pois dão uma noção de quanto uma determinada cota do nível da água pode ser alcançada ou superada durante o monitoramento.

A curva de permanência para as precipitações ocorridas nas estações pluviométricas demonstra qual a porcentagem de tempo em que um valor precipitado foi igualado ou superado durante o período da pesquisa.

Na pesquisa fluviométrica desse trabalho a análise das curvas-chave foi feita para todas as estações. Buscou-se com isso ter uma noção da descarga líquida escoada em cada bacia hidrográfica. No caso da bacia do rio Cauamé utilizou-se dados da antiga estação convencional Sítio Jaraguá (14570000). Os resumos de

descarga líquida de cada estação de monitoramento, que vieram junto com o inventário dos postos, se encontram nos anexos no final desse trabalho.

A análise do banco de dados da antiga estação fluviométrica Sítio Jaraguá permitiu a elaboração dos cotagramas mensais para o período entre 2002 a 2007. Isto permitiu a comparação com a estação fluviométrica de Fazenda Recreio por ano hidrológico, iniciando em maio e terminando em abril.

A análise fluviométrica dos meses com níveis de água mais baixos nos postos de monitoramento é de suma importância, pois geralmente é nestes meses que estão as vazões mínimas de referência, que servem de apoio aos estudos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Um exemplo claro do que foi dito tem-se em Boa Vista na estiagem, ou seja, nas cotas mais baixas do rio Branco, que é onde começam os racionamentos de água em alguns bairros, pois a demanda por água fica maior que a oferta.

A análise gráfica pelo método duplo-acumulativo para verificação da relação entre as estações, foi utilizada na avaliação fluviométrica. Foi executado esse procedimento para se analisar a congruência entre os postos quanto ao comportamento do nível d'água durante o ano, ou seja, o quanto eles se assemelham na ocasião de eventos extremos.

O outro gráfico utilizado para comparar a relação entre as estações foi o de curvas de permanência de cotas médias diárias de Fazenda Recreio (em cm) e o da média das cotas diárias das outras estações fluviométricas (em cm). Neste caso, buscava-se a determinação, por exemplo, da homogeneidade entre as curvas, ou seja, indicadores um comportamento correlato entre os eventos extremos de altas e baixas cotas diárias dos rios.

Foi feita a comparação entre os cotagramas das estações fluviométricas do rio Cauamé a partir dos dados de cota média mensal da Fazenda Recreio (maio/2019 a abril/2020) e a média das cotas mensais de Sítio Jaraguá, para os períodos de maio/2002 a abril/2003, maio/2003 a abril/2004, maio/2004 a abril/2005, maio/2005 a abril/2006 e maio/2006 a abril/2007.

Na verificação do comportamento das estações fluviométricas do baixo rio Cauamé utilizou-se o método duplo-acumulativo na comparação fluviométrica das estações automáticas. Essa análise foi feita a partir dos dados de cota média mensal

da Fazenda Recreio (maio/2019 a abril/2020) e a média das cotas mensais de Sítio Jaraguá, dos períodos entre maio/2002 a abril/2003, maio/2003 a abril/2004, maio/2004 a abril/2005, maio/2005 a abril/2006 e maio/2006 a abril/2007.

Os cotogramas das estações serviram para identificar o comportamento das cotas máximas, mínimas e médias mensais das estações fluviométricas da pesquisa. Esta análise permite verificar quanto o nível dos rios oscilou dentro de cada mês, no período de monitoramento do trabalho.

Na curva-chave de Sítio Jaraguá (14570000) foram utilizados os dados de descarga líquida do rio Cauamé efetuados entre 2003 a 2009, enquanto a estação esteve ativa, produzidos durante as campanhas da rede hidrometeorológica nacional (RHN). Adicionou-se os dados de vazão já produzidos em Fazenda Recreio na tabela de dados de vazão de Sítio Jaraguá, em uma simulação de tendência hidrológica, afim de se verificar o comportamento gráfico das descargas líquidas da Fazenda Recreio junto com as descargas líquidas da estação Sítio Jaraguá. O resultado deste procedimento foi a construção de uma curva-chave onde notou-se que as variáveis se complementam e com poucos pontos atípicos (*outliers*).

A vazão média anual no baixo rio Cauamé foi calculada a partir dos valores existentes no inventário da estação fluviométrica Sítio Jaraguá, pois apresenta uma maior quantidade de medições já realizadas, que vão de 2003 até 2009. Calculou-se a média das vazões disponíveis, e encontrou a vazão média anual.

Para efeito de comparação com vazão média anual encontrada em Sítio Jaraguá, utilizou-se o procedimento proposto em Chierice Jr (2013), que consiste em calcular a vazão média anual do rio, a partir da chuva acumulada no ano e da área da referida bacia hidrográfica. De posse desses parâmetros determinou-se um valor para a vazão média anual. A equação utilizada (Fórmula 4), após as devidas conversões de unidades matemáticas é mostrada abaixo:

$V = A \cdot P \cdot m^{3/31536s}$, onde V =vazão média anual na bacia, A =área da bacia hidrográfica, P =chuva total anual na bacia hidrográfica (Fórmula 4).

4.3.9 Curvas de permanência

O ideal para definição de uma curva de permanência de descarga líquida é que se produza o maior número de dados possíveis ao longo do tempo, para que ela fique bem mais representativa e melhor definida. Mesmo assim, em função das limitações causadas pela pandemia *COVID-19* e o período curto que representa um projeto de mestrado, foi possível observar uma curva preliminar de permanência de Fazenda Recreio (14235200) para vazão do rio Cauamé, que foi construída a partir dos valores já existentes.

Nesta pesquisa a análise estatística das tabelas utilizadas para construção das curvas-chave das vazões dos rios, também serviu para a construção das respectivas curvas de permanência de descarga líquida de cada estação fluviométrica pertencente a este trabalho.

A partir dos dados já existentes de vazão da estação fluviométrica Fazenda Recreio, que permitiram a construção da curva de permanência inicial, efetuou-se uma simulação hidrológica utilizando a equação (Fórmula 5), definida pela curva-chave desta estação. Inseriu-se a equação na tabela de dados de cota média diária da estação telemétrica e, com isso foi possível efetuar outra simulação com a construção de uma tabela com dados da vazão diária, que possibilitou o cálculo da vazão média móvel de 7 dias, que foi utilizada como vazão de referência, dado o tempo de pesquisa ter sido afetado pela pandemia *COVID 19*. Ela foi definida através da média aritmética dos últimos 7 dias do conjunto, de modo a evitar o efeito de dados discrepantes durante a amostragem.

$Y=0,0013X^2-0,4588X+5,6856$, onde, Y =vazão (m^3/s) e X =cota (cm) (Fórmula 5).

Como propõe Collischonn e Tucci (2003), o ajuste dos parâmetros em um modelo hidrológico é uma etapa que envolve o maior esforço por parte do usuário, devido a necessidade de um maior entendimento do comportamento do modelo utilizado, dos parâmetros envolvidos e dos problemas com a qualidade e representatividade dos dados hidrológicos disponíveis. Assim, as simulações feitas com base nos valores de vazão produzidos no rio Cauamé, em Fazenda Recreio, serviram como indicativos de tendência como em um modelo de ajuste hidrológico, na qual se utilizou uma fórmula matemática. Espera-se que no futuro este modelo seja

reavaliado ou confirmado, a partir de um volume de dados que serão produzidos com o passar do tempo de monitoramento nessa bacia hidrográfica.

4.4.1 Vazões de referência

De posse dos dados das curvas de permanência de vazões das estações fluviométricas, inclusive da extinta estação Sítio Jaraguá, montou-se uma tabela MS Excel 2013 com as vazões de referência Q_{50} , Q_{90} e Q_{95} . A vazão $Q_{7,10}$ foi calculada a partir dos dados disponíveis de descarga líquida, utilizando-se o método de Gumbel. No caso da estação Fazenda Recreio não foi possível a definição dessa vazão mínima, pois ela tem pouco tempo de monitoramento, como já foi dito e, isso comprometeu a análise desse parâmetro, que necessita de uma série histórica de dados maior para se efetuar o cálculo da variável.

A vazão $Q_{7,10}$, também é chamada de vazão ecológica da bacia hidrográfica e, corresponde a vazão média de 7 dias consecutivos para um tempo de retorno de 10 anos, ela é muito utilizada no monitoramento hidrológico direcionado a manutenção de ecossistemas aquáticos e, também para proteção da vida nestes ambientes.

O cálculo para se definir a vazão $Q_{7,10}$ pode ser feito a partir da fórmula de Gumbel, aplicada aos valores de vazão (m^3/s) das estações da pesquisa (NAGHETTINI e PINTO, 2007). Esta fórmula é mostrada abaixo (Fórmula 6):

$X = u - a \cdot \log(-\log(1 - 1/TR))$, onde, X = vazão de referência (m^3/s); u = variável dependente da média e do desvio padrão; a =variável dependente do desvio padrão das vazões mínimas geradas; TR = tempo de retorno do evento em anos (Fórmula 6).

4.4.2 Gráficos analíticos: Pluviometria-Fluviometria

Mesmo em modelos hidrológicos, tais como chuva-vazão, a principal entrada de dados no sistema hídrico é a precipitação, que possui características próprias, levando em conta a localização e a variabilidade espaço-temporal. A distribuição e forma de ocorrência das chuvas variam de acordo com alguns parâmetros, tais como topografia e as condições climáticas encontradas na área das bacias hidrográficas. A medida da chuva é realizada por meio do volume precipitado de água em determinada área durante um período de tempo. Os padrões para essas medidas são as grandezas

que caracterizam a chuva: altura, duração e intensidade (PONTES, 2019; SANDER, 2015; CHIERICE Jr, 2013).

Foi construindo um gráfico analítico conjugado de cota versus chuva diária, para cada um dos postos durante o período da pesquisa. Ele foi utilizado na análise do comportamento do nível da água nos rios em relação a quantidade de chuva que caiu nas estações no ano.

Para a análise comparativa pluviométrica da estação Fazenda Recreio em relação às demais estações, no período de maio/2019 a abril/2020, a pesquisa utilizou o método duplo-acumulativo ou de dupla-massa, que serve para verificar o grau de homogeneidade entre as séries mensais e anuais. A comparação foi feita em um gráfico cartesiano entre os valores da chuva acumulada diária de Fazenda Recreio (em mm) e a média das chuvas acumuladas diárias das outras estações (em mm).

Na relação pluviométrica entre as estações da pesquisa foi utilizada também, a análise gráfica das curvas de permanência da chuva acumulada diária (mm) de Fazenda Recreio e, da média da chuva acumulada diária das demais estações (mm), no ano. Tal procedimento foi efetuado para verificar a relação entre as estações, quanto a probabilidade de alcance de eventos extremos, visualizados de acordo com o comportamento das respectivas de curvas de permanência e pela linha de tendência entre as estações. Verifica-se por esse procedimento que as curvas se ajustam sem muitas distorções e com certa uniformidade, indicando uma relação de proximidade quanto a pluviometria amostrada.

5 RESULTADOS

Neste tópico são mostrados os resultados obtidos a partir dos métodos e materiais técnico-científicos utilizados na pesquisa. O estudo da tendência hidrológica nesta pesquisa baseou-se em análises fluvio-pluviométricas efetuadas na bacia do baixo rio Cauamé, e estações de bacias vizinhas, que serviram de comparação do comportamento hidrológico. A pesquisa iniciou com o estudo da dinâmica fluvio-pluviométrica apresentada pelas estações no período de maio/2019 a abril/2020. Posteriormente, foi feito um levantamento histórico das estações nos demais períodos, para enfim, se realizar as análises estatísticas, gráficas e comparações hidrológicas finais.

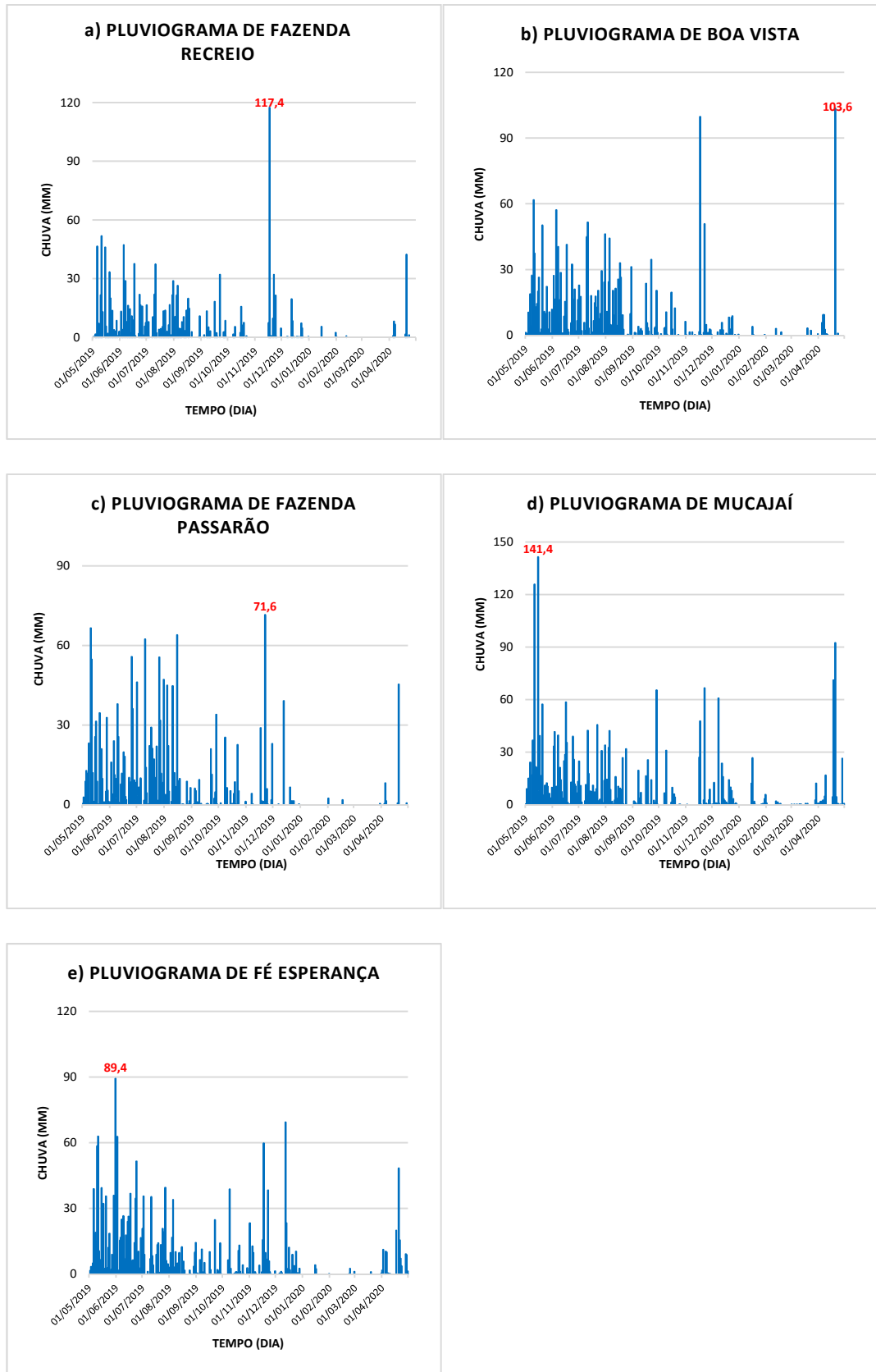
5.1 DINÂMICA FLUVIO-PLUVIOMÉTRICA ANUAL DAS ESTAÇÕES

O desenvolvimento hidrológico anual das estações é tratado neste tópico.

5.1.1 Fazenda Recreio

A análise de nível d'água de Fazenda Recreio mostrou que a cheia de 2019 no rio Cauamé teve início no mês de maio, com a cota de 469cm (ver Anexo E no final deste trabalho), perdurando até o mês de agosto, na cota de 625cm, quando iniciou o declínio da estação chuvosa e o posto permaneceu em níveis próximos a média anual, de 446cm. Na representação gráfica da Figura 13a observou-se a distribuição das chuvas mais concentrada entre maio/2019 e setembro/2019 nesta estação.

Figura 13: Pluviograma do período entre 01.05.2019 a 30.04.2020, com destaque em vermelho para a maior chuva ocorrida no ano nas estações.

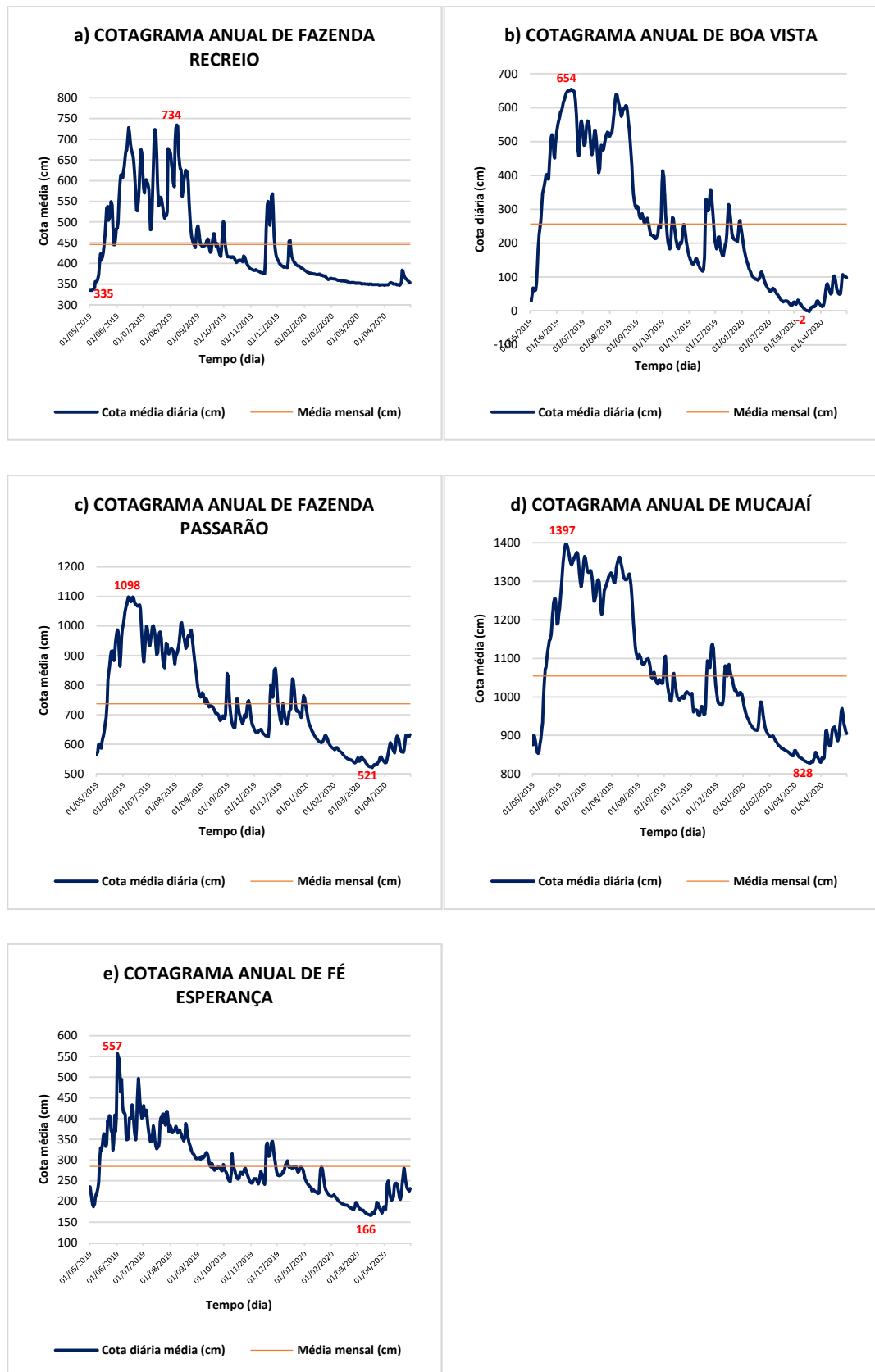


Fonte: O autor.

Fora do período de cheia, nos intervalos compreendidos entre 18 a 27 de novembro de 2019 e 14 a 15 de dezembro de 2019, mesmo em plena vazante, os níveis do rio superaram a média anual. A elevação do nível do rio Cauamé durante o período da vazante é resposta a chuvas intensas que ocorreram na bacia. A explicação para esse aumento de descarga está ligada a saturação do solo devido as precipitações intensas, daí começam a decrescer as taxas de infiltração e a surgir crescentes incrementos de vazão se a precipitação persistir. Após a entrada de água no sistema através das chuvas e sua interceptação junto as vertentes, o tempo e a circulação da água vão depender do volume, intensidade da pluviosidade e da estrutura geral da bacia. (SANDER, 2015; CHIERICE Jr, 2013).

A amplitude do nível do baixo rio Cauamé foi de 399cm na estação de monitoramento da pesquisa. As cotas máxima e mínima em Fazenda Recreio (Figura 14a), ocorreram em períodos diferentes em relação as estações comparativas, provavelmente devido a influência da relação Tempo de Concentração-Área de Drenagem. Neste sentido, os processos que regulam a vazão durante os eventos de precipitação variam de acordo com as características da chuva, vegetação, uso do solo, clima e topografia. Além disso, trata-se de uma bacia urbana, que corta bairros como Caçari, Paraviana, Cauamé, Jardim Caranã, Cidade Satélite e Monte das Oliveiras, onde podem ser criadas artificialmente áreas com retenção do escoamento em função de aterros, pontes e construções. O somatório destas perdas se reflete na redução da vazão média e no abatimento dos picos de cheias e secas (ANA, 2020; STEINMETZ, 2017; BARNEZ, 2004; ESTEVES e MENDIONDO, 2003; FREITAS, 1998).

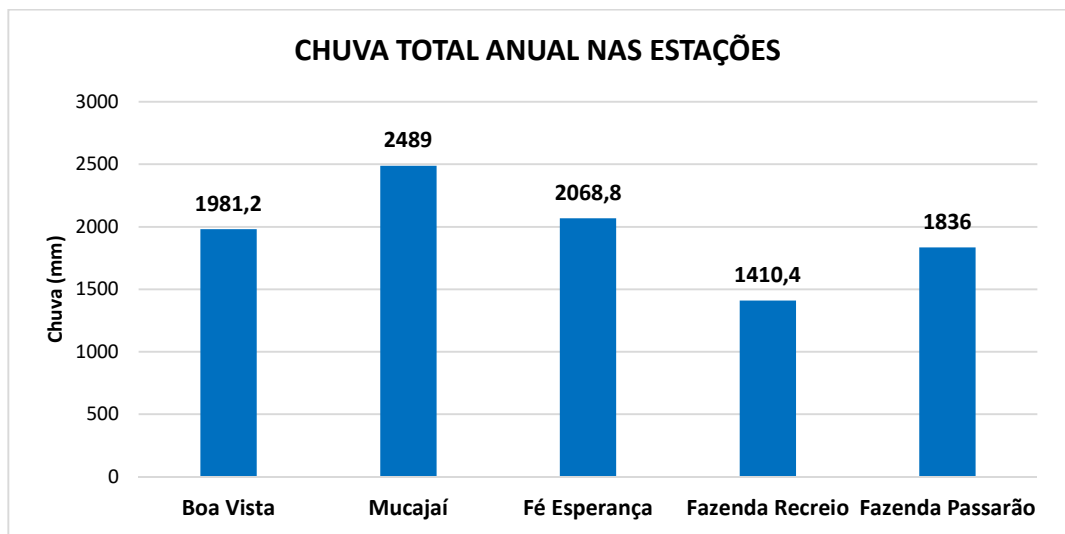
Figura 14: Cotagrama do período entre 01.05.2019 a 30.04.2020, com destaque em vermelho para a maior e menor cota ocorrida nas estações.



Fonte: O autor.

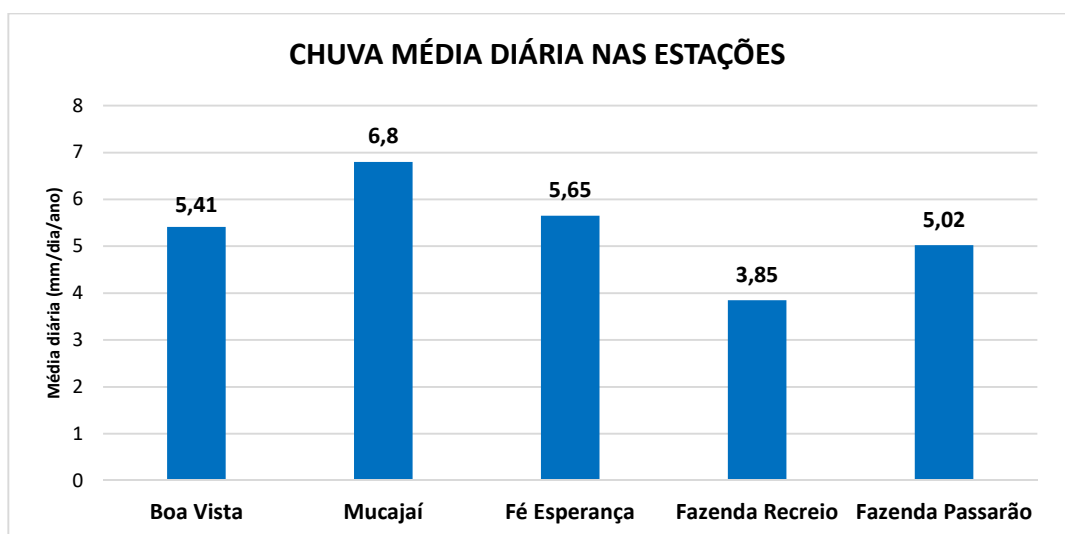
Com base na análise estatística dos dados de precipitação das estações, verificou-se que o baixo rio Cauamé, em Fazenda Recreio, recebeu um total acumulado de chuva entre maio/2019 a abril/2020 de 1410,4mm (Figura 15). A chuva média diária no ano foi de 3,85mm/dia (Figura 16). A chuva média mensal foi de 117,54mm/mês.

Figura 15: Gráfico comparativo da chuva anual nas estações.



Fonte: O autor.

Figura 16: Gráfico comparativo da chuva média diária nas estações.



Fonte: O autor.

Apesar de estar na média anual para esta região, o total acumulado de chuva de Fazenda Recreio, em Boa Vista, ficou abaixo das outras estações pertencentes ao município, tais como Boa Vista e Fazenda Passarão. A explicação para tal diferença, possivelmente esteja relacionada ao fato de que a precipitação seja uma das principais variáveis hidrológicas e que apresenta uma alta variabilidade espacial e temporal, que produz aleatoriedade nas medidas de precipitação nos postos distribuídos no interior da bacia analisada, principalmente com o aumento da escala (SILVA, 2011; OLIVEIRA e CHAUDRH, 1995).

Pelas análises feitas a partir dos pluviogramas anuais das estações (Figura 13), notou-se que o período chuvoso entre maio/2019 a setembro/2019, foi comum entre Fazenda Recreio, Boa Vista e Mucajaí. Fazenda Passarão e Fé Esperança tiveram período mais chuvoso entre maio/2019 a agosto/2019. O desvio padrão para o acumulado do mês mais chuvoso das estações foi de 127,7mm. Nota-se por essas avaliações que a precipitação é uma variável hidrológica que apresenta aleatoriedade nas bacias estudadas. Como afirma Oliveira (1995), a precipitação é uma variável hidrológica que apresenta alta variabilidade espacial e temporal.

O evento de maior precipitação do ano em Fazenda Recreio é descrito em parte na Tabela 2. Ocorreu em plena vazante, no mês de novembro/2019. Nas primeiras 12h choveu 54,0mm. No restante do dia choveu mais 63,4mm, totalizando um evento de precipitação acumulada de 117,4mm. O incremento no nível do rio Cauamé neste dia foi de 62cm, ou seja, a cota do NA estava em 377cm às 00:00h e ao final do dia a cota chegou a 439cm. O valor da chuva acumulada na estação representa o total de precipitação registrada na PCD durante todo o período de monitoramento até o momento em que ocorre um evento de chuva e fica armazenado na memória do *datalogger*. Ele atualiza de 15 em 15min e se não chove o valor acumulado fica o mesmo até que ocorra um novo evento de chuva.

Um monitoramento em tempo real, tal como o descrito na Tabela 2, é de grande importância em locais sujeitos a cheias repentinas relacionadas a eventos extremos, em que o aumento da vazão é rápido, pois possibilita que haja evacuação da área comprometida, evitando que ocorram danos a população (FAN, RAMOS e COLLISCHONN, 2015; SALDANHA, COLLISCHONN e MARQUES, 2012).

Tabela 2: Monitoramento horário da chuva de 17 de novembro de 2019 em Fazenda Recreio.

Data e Hora	Chuva acumulada horária (mm)	Cota horária (cm)
17/11/2019 23:45	1241.00	439.00
17/11/2019 12:00	1177.60	410.00
17/11/2019 01:00	1125.00	377.00
17/11/2019 00:45	1124.60	377.00
17/11/2019 00:30	1124.00	377.00
17/11/2019 00:15	1123.80	377.00
17/11/2019 00:00	1123.60	377.00

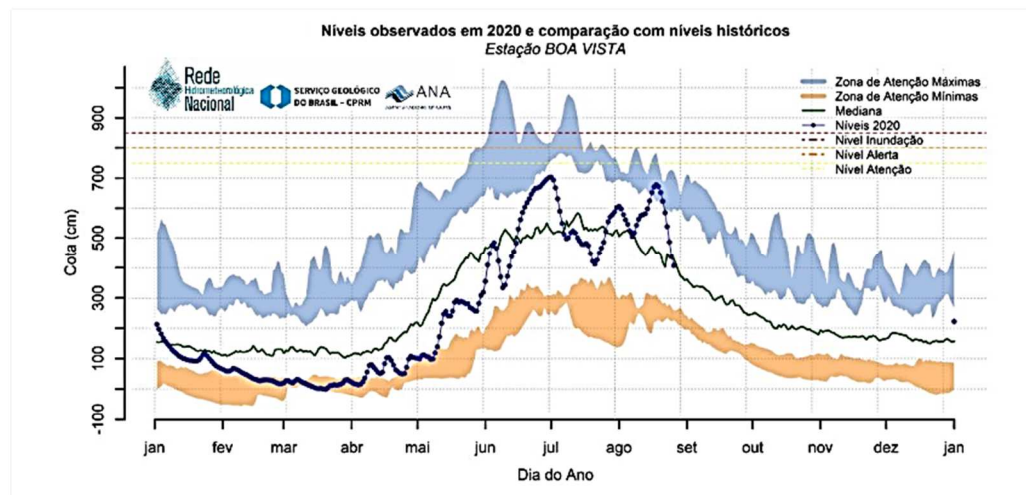
Fonte: Hidroweb (ANA).

5.1.2 Estações comparativas

A análise gráfica feita no rio Branco, na cidade de Boa Vista (Figura 14b e Anexo A), mostrou que a cheia iniciou em meados de maio (dia 13 de maio de 2019, na cota 262cm), e foi até meados de agosto, quando começou o declínio (dia 19 de agosto de 2019, na cota 606cm), tomando como referência a cota média anual, que foi de 257cm. O padrão hidrológico observado foi semelhante ao identificado pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (2020), em seu Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Branco, boletim 16, de 24 de agosto de 2020 (Figura 17), sugerindo uma tendência geral de retomada da vazante na bacia em agosto, fazendo com que os rios se aproximem dos níveis médios para este período do ano.

O comportamento fluviométrico observado no rio Branco em Boa Vista foi compatível ao do baixo Cauamé, em Fazenda Recreio, que iniciou a cheia em 18 de maio de 2019 e entrou em declínio a partir de 18 de agosto de 2019, demonstrando que os picos extremos foram equivalentes, indicando um provável controle hidrológico efetuado pelo Branco no Cauamé, principalmente quando parte do fluxo rio Branco extravasa para a planície de inundação do rio Cauamé, alimentando o fluxo deste em sua parte inferior (SANDER, 2015). Esta variação nos picos de cheia dos rios do alto rio Branco foi observada também nos sistemas fluviais dos rios Mucajaí e Uraricoera, como observado nas análises das estações Mucajaí, Fé Esperança e Fazenda Passarão.

Figura 17: Monitoramento do rio Branco, em Boa Vista/RR, em 2020.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil-CPRM (2020).

Sem essa influência direta do rio Branco na cheia, as vazões do rio Cauamé acompanharam a tendência positiva das precipitações ocorridas na bacia, como se viu nos eventos extremos em plena estiagem, ocorridos em novembro/2019 e dezembro/2019, em Fazenda Recreio (Figura 14a), que trouxeram um incremento de vazão em decorrência dessas fortes chuvas (Figura 13a).

Na análise gráfica feita a partir da Figura 15, notou-se que Boa Vista teve um total acumulado de chuva, entre 01 de maio de 2019 a 30 de abril de 2020, de 1981,2mm, em Fazenda Passarão foi de 1836,0mm, em Mucajaí foi de 2489,0mm e, em Fé Esperança foi de 2068,8mm. Por esta análise notou-se que o baixo rio Cauamé foi o sistema que teve menos chuva acumulada anual em relação aos outros sistemas. Esta quantidade menor de chuva talvez esteja relacionada às características fisiográficas e dinâmica climática, que são fatores preponderantes para a não estacionariedade dos processos hidrológicos nas bacias hidrográficas, além de que a chuva é um dos parâmetros hidrológicos com maior variabilidade espaço-temporal existentes nas bacias hidrográficas (ANDRADE, 2014; SILVA, 2011; OLIVEIRA e CHAUDRH, 1995).

Quanto as chuvas médias diárias no ano, verificadas na representação gráfica da Figura 16, Boa Vista ficou em 5,41mm/dia. Fazenda Passarão ficou em 5,02mm/dia. Mucajaí ficou em 6,8mm/dia e, Fé Esperança ficou em 5,65mm/dia. As chuvas médias mensais ficaram assim: Boa Vista: 165,1mm/mês; Fazenda Passarão:

153,0mm/mês; Mucajaí: 207,4mm/mês e; Fé Esperança: 172,4mm/mês. Isto corrobora o resultado interpretado na Figura 15 demonstrando que a bacia do baixo rio Cauamé recebeu menos precipitação no ano, em relação as demais estações.

O nível máximo ocorrido no rio Branco em Boa Vista foi de 654cm (Figura 14b), no dia 17 de junho de 2019. A cota mínima foi de -2cm, ocorrida em 18 de março de 2020, em plena estiagem. Em ambos os casos estas cotas foram atingidas dois meses antes da Fazenda Recreio, porém dentro do período sazonal relativo à média anual de ambas. A amplitude de nível d'água no rio Branco foi de 656cm.

O rio Uraricoera, em Fazenda Passarão, pela representação gráfica da Figura 14c, mostrou um padrão similar ao observado nas estações de Boa Vista e Fazenda Recreio, pois o rio Branco responde principalmente aos incrementos de vazão do rio Uraricoera e o rio Cauamé, por conseguinte, responde a vazão do rio Branco. Neste sentido, as observações feitas por Sander (2015), durante as cheias do rio Branco mostraram que quando o nível deste supera a margem direita, o fluxo se desloca sobre a planície aluvial, indo de encontro ao rio Cauamé e, este desnível favorece a transferência de fluxo para o Cauamé. O período de cheia no rio Uraricoera iniciou em meados de maio/2019 (13 de maio de 2019, na cota 739cm) e, teve declínio em meados de agosto/2019 (19 de agosto de 2019, na cota 986cm), tendo como referência a média mensal no ano da estação Fazenda Passarão, de 737cm.

A cota máxima do período em Fazenda Passarão (14515000) foi de 1098cm, ocorrida dia 12 de junho de 2019, a cota mínima no ano foi de 521cm, ocorrida em 17 de março de 2020 (Figura 14c). A estação atingiu estes valores dois meses antes da Fazenda Recreio, porém dentro do período sazonal em relação à média mensal no ano. A amplitude de nível na estação foi de 577cm.

Nas estações de Mucajaí e Fé Esperança (Figuras 14d e 14e), verificou-se que o ciclo de cheia do rio Mucajaí seguiu o padrão dos rios Cauamé, Branco e Uraricoera, iniciando em meados de maio/2019, com declínio a partir de agosto/2019. A amplitude em Mucajaí foi de 569cm e, em Fé Esperança foi de 391cm.

Pelas análises gráficas efetuadas a partir dos cotogramas de Fazenda Recreio, Boa Vista e Fazenda Passarão (Figuras 14a, 14b e 14c), de acordo com a cota média mensal no ano dos postos, foi possível observar um desenvolvimento recorrente da cheia dos rios, iniciada em meados de maio/2019 e declínio a partir de

meados de agosto/2019. Isso leva a crer que o sistema hidrológico Branco-Uraricoera, possivelmente, controla a descarga líquida das outras bacias hidrográficas adjacentes, pois representam o nível de base dos tributários, que é o local de menor elevação em relação aos trechos de captação, do chamado alto rio Branco, que começa a cerca de 30km a montante de Boa Vista, na confluência Uraricoera-Tacutu (LEMOS, VIEIRA e FERRAZ, 2017; SANDER, 2015; SANDER et al., 2014; CARVALHO e MORAIS, 2014; TEODORO et a., 2007).

5.1.3 Pluviometria

Boa Vista e Fazenda Passarão (Figura 15) tiveram acumulados de precipitação que corroboraram com a faixa de precipitação (entre 1100mm a 2300mm), mencionada por Lemos, Vieira e Ferraz (2017). Estas bacias formam o sistema hidrológico principal do alto rio Branco, na qual faz parte o baixo rio Cauamé.

Na Figura 13b, da estação pluviométrica de Boa Vista observa-se o pluviograma anual. Verificou-se a distribuição de chuva mais concentrada entre maio/2019 e setembro/2019, corroborando com a Fazenda Recreio para esse período de monitoramento.

Na estação Fazenda Passarão (Figura 13c), observa-se o pluviograma anual. Verificou-se a distribuição de chuva mais concentrada entre os meses de maio/2019 a agosto/2019. Este período mais chuvoso também ocorreu em Fazenda Recreio.

Na Figura 13d, da estação pluviométrica de Mucajaí, verificou-se que as chuvas ficaram mais distribuídas entre maio/2019 e setembro/2019, o que coincide com o período de maiores precipitações de Fazenda Recreio.

Na Figura 13e, da estação Fé Esperança, verificou-se que a estação chuvosa ficou mais concentrada entre maio/2019 e agosto/2019. Este período mais chuvoso também ocorreu em Fazenda Recreio.

Na estação Boa Vista a maior precipitação ocorrida no período foi de 103,6mm, verificada em 20 de abril de 2020 (Figura 13b). Em Fazenda Passarão a maior chuva ocorrida no ano foi de 71,6mm, efetivada em 22 de novembro de 2019 (Figura 13c). Em Mucajaí a maior chuva foi de 141,4mm, em 15 de maio de 2019 (Figura 13d). Na estação Fé Esperança a chuva máxima foi de 89,4mm, em 31 de

maio de 2019 (Figura 13e). Notou-se por essas informações que as maiores chuvas nas estações ocorreram nos meses de abril/2020, maio/2019 e novembro/2019.

A cota média anual de Sítio Jaraguá, no baixo rio Cauamé, obtida pela média do período entre 2002 a 2007, foi de 481cm (ver Anexos da estação no final da pesquisa). Essa diferença de 35cm em relação à média anual em Fazenda Recreio pode estar ligada a localização destas estações em relação ao exutório, no rio Branco. Devido ao bloqueio natural do escoamento no exutório do rio Cauamé, produzido pela cheia do rio Branco, a cota média anual de Sítio Jaraguá, é maior do que a de Fazenda Recreio, por este último se localizar à montante da foz. Segundo Carvalho (2018), este fenômeno ocorre no trecho entre Caracaraí e o exutório do rio Branco. Devido esta estação ficar a montante em relação a estação de Santa Maria do Boiacú, Caracaraí possui uma cota anual menor que Santa Maria do Boiaçu. Este fenômeno, no caso, seria o resultado do bloqueio natural que é produzido pela cheia do rio Negro.

5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

5.2.1 Média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação

As amplitudes dos rios (Tabela 3) mostraram que a média aritmética desses valores foi de 518,4cm, o desvio padrão ficou em 117,7cm. De posse destes parâmetros foi possível definir o Coeficiente de Variação (CV) dessa variável nas estações, que foi de 0,227. Este resultado indica a presença de uma matriz homogênea no caso da amplitude, ou seja, conclui-se que existe congruência no produto obtido pela diferença entre o nível máximo (cm) e o nível mínimo (cm) alcançados pelos mananciais das estações durante o ano.

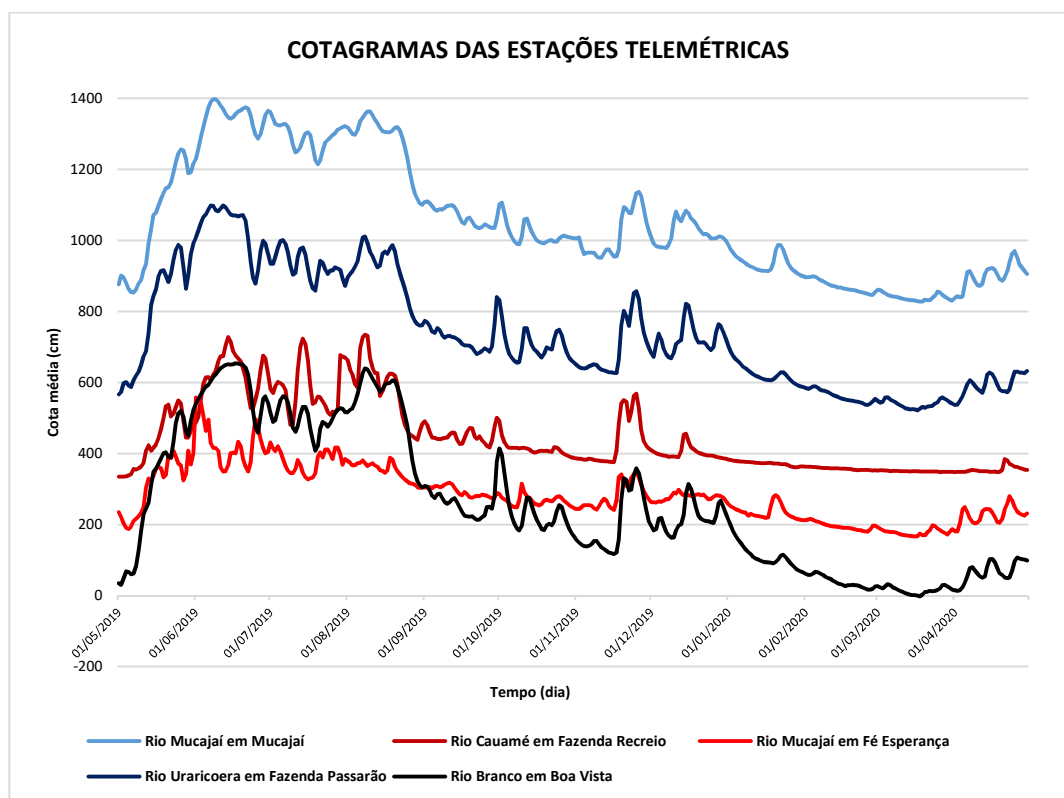
Tabela 3: Valores de média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação a partir das amplitudes de NA das estações telemétricas.

Estação	Cota máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Amplitude (cm)
Fazenda Recreio	734	335	399
Boa Vista	654	-2	656
Fazenda Passarão	1098	521	577
Mucajaí	1397	828	569
Fé Esperança	557	166	391
Média			518,4
Desvio Padrão			117,7021665
Coef. Variação (%)			22,7

Fonte: O autor.

Pelos cotagramas analisados anteriormente na Figura 14, pôde-se verificar uma semelhança durante os eventos extremos, entre Fazenda Recreio e as estações comparativas. Esse comportamento é destacado na Figura 18, onde todos os cotagramas são mostrados em conjunto.

Figura 18: Cotagrama dos rios nas estações, no período entre 01.05.2019 a 30.04.2020.



Fonte: O autor.

5.2.2 Cotas máximas, mínimas e médias mensais

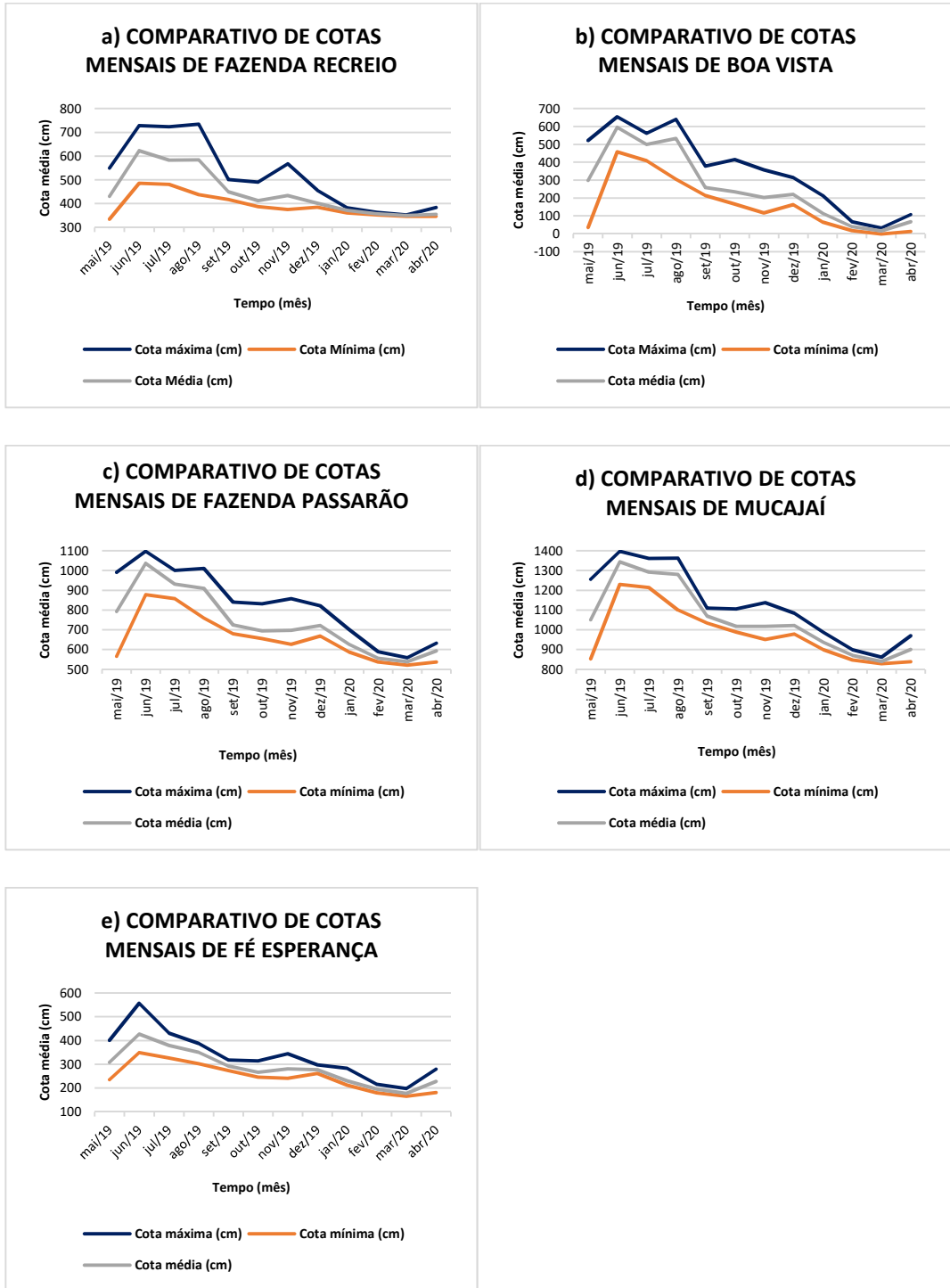
A análise estatística feita nos dados de Fazenda Recreio, produziu a Tabela 4 e a representação gráfica da Figura 19a, demonstrando que as cotas máxima, mínima e média mensais oscilaram entre as classes de níveis de 300cm a 800cm. A análise mostrou também, que o período entre junho/2019 a setembro/2019 ficou acima da média mensal do ano, que foi de 446cm.

Tabela 4: Valores das cotas mensais de Fazenda Recreio (14235200).

FAZENDA RECREIO	14235200	Rio Cauamé	2019-2020
Data	Cota máxima (cm)	Cota Mínima (cm)	Cota Média (cm)
abr-20	384	347	355
mar-20	353	347	350
fev-20	363	352	357
jan-20	383	361	372
dez-19	456	385	402
nov-19	568	375	434
out-19	491	387	413
set-19	501	417	450
ago-19	734	438	584
jul-19	723	481	583
jun-19	728	486	623
mai-19	549	335	431

Fonte: O autor.

Figura 19: Curva de cotas máximas, mínimas e médias mensais das estações.



Fonte: O autor.

Na análise estatística feita em Boa Vista, mostrada na Tabela 5 e na representação gráfica da Figura 19b, notou-se que as cotas máxima, mínima e média

mensais ficaram entre as classes de nível de -10cm a 700cm. No caso das cotas médias mensais, o período entre maio/2019 a setembro/2019 ficou acima da média no ano. O período entre junho/2019 a setembro/2019 foi congruente com Fazenda Recreio por ter ficado acima da média anual.

Tabela 5: Valores das cotas mensais de Boa Vista (14620000).

BOA VISTA	14620000	Rio Branco	2019-2020
Mês	Cota Máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Cota média (cm)
abr/20	107	13	67
mar/20	32	-2	15
fev/20	67	17	39
jan/20	213	65	114
dez/19	314	163	220
nov/19	358	117	203
out/19	414	165	234
set/19	378	213	259
ago/19	639	304	533
jul/19	561	408	499
jun/19	654	458	595
mai/19	522	35	298

Fonte: O autor.

A análise estatística feita em Fazenda Passarão, segundo a Tabela 6 e a representação gráfica da Figura 19c, demonstrou que as cotas máxima, mínima e média mensais ficaram entre as classes de nível de 500cm a 1100cm. Entretanto, em relação as cotas médias mensais, o período entre maio/2019 a agosto/2019 ficou acima da média anual da estação. O período entre junho/2019 a agosto/2019 foi congruente com Fazenda Recreio em relação à média no ano.

Tabela 6: Valores das cotas mensais de Fazenda Passarão (14515000).

Fazenda Passarão	14515000	Rio Uraricoera	2019-2020
Data	Cota máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Cota média (cm)
abr/20	632	537	594
mar/20	558	521	539
fev/20	589	537	556
jan/20	702	587	626
dez/19	821	668	722
nov/19	857	627	697
out/19	832	655	694
set/19	840	680	725
ago/19	1011	760	909
jul/19	1001	858	931
jun/19	1098	878	1036
mai/19	991	566	793

Fonte: O autor.

Na estação fluviométrica de Mucajaí, vista pela Tabela 7 e na representação gráfica da Figura 19d, observou-se que as cotas máxima, mínima e média mensais, ficaram nas classes de nível entre 800cm a 1400cm. O período entre junho/2019 a setembro/2019 ficou acima da média mensal no ano, semelhante ao que ocorreu em Fazenda Recreio.

Tabela 7: Valores das cotas mensais de Mucajaí (14690000).

Mucajaí	14690000	Rio Mucajaí	2019-2020
Data	Cota máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Cota média (cm)
abr/20	970	838	901
mar/20	861	828	840
fev/20	899	847	870
jan/20	987	899	937
dez/19	1084	978	1022
nov/19	1137	951	1017
out/19	1106	989	1018
set/19	1110	1034	1069
ago/19	1363	1100	1280
jul/19	1361	1214	1292
jun/19	1397	1230	1344
mai/19	1256	853	1051

Fonte: O autor.

Na estação fluviométrica Fé Esperança, vista na Tabela 8 e na representação gráfica da Figura 19e, observou-se que as cotas máxima, mínima e média mensais ficaram entre as classes de nível de 150cm a 600cm. O período de maio/2019 a setembro/2019, ficou acima da média mensal do ano na estação. Neste caso, o período de junho/2019 a setembro/2019 corroborou com Fazenda Recreio por ter ficado acima da média no ano.

Tabela 8: Valores das cotas mensais de Fé Esperança (14680001).

Fé Esperança	14680001	Rio Mucajaí	2019-2020
Data	Cota máxima (cm)	Cota mínima (cm)	Cota média (cm)
abr/20	280	181	228
mar/20	198	166	178
fev/20	216	180	196
jan/20	283	212	230
dez/19	298	262	277
nov/19	345	241	281
out/19	315	246	267
set/19	318	274	293
ago/19	388	303	351
jul/19	431	327	379
jun/19	557	349	427
mai/19	401	235	308

Fonte: O autor.

Pelas análises feitas a partir dos gráficos (Figura 19) e tabelas de cotas máxima, mínima e média mensais mostrados anteriormente (Tabelas de 4 a 8), notou-se que a estação de Mucajaí foi a única que ficou acima da média anual, no período entre junho/2019 a setembro/2019, tal qual Fazenda Recreio.

5.2.3 Mediana de cotas médias mensais

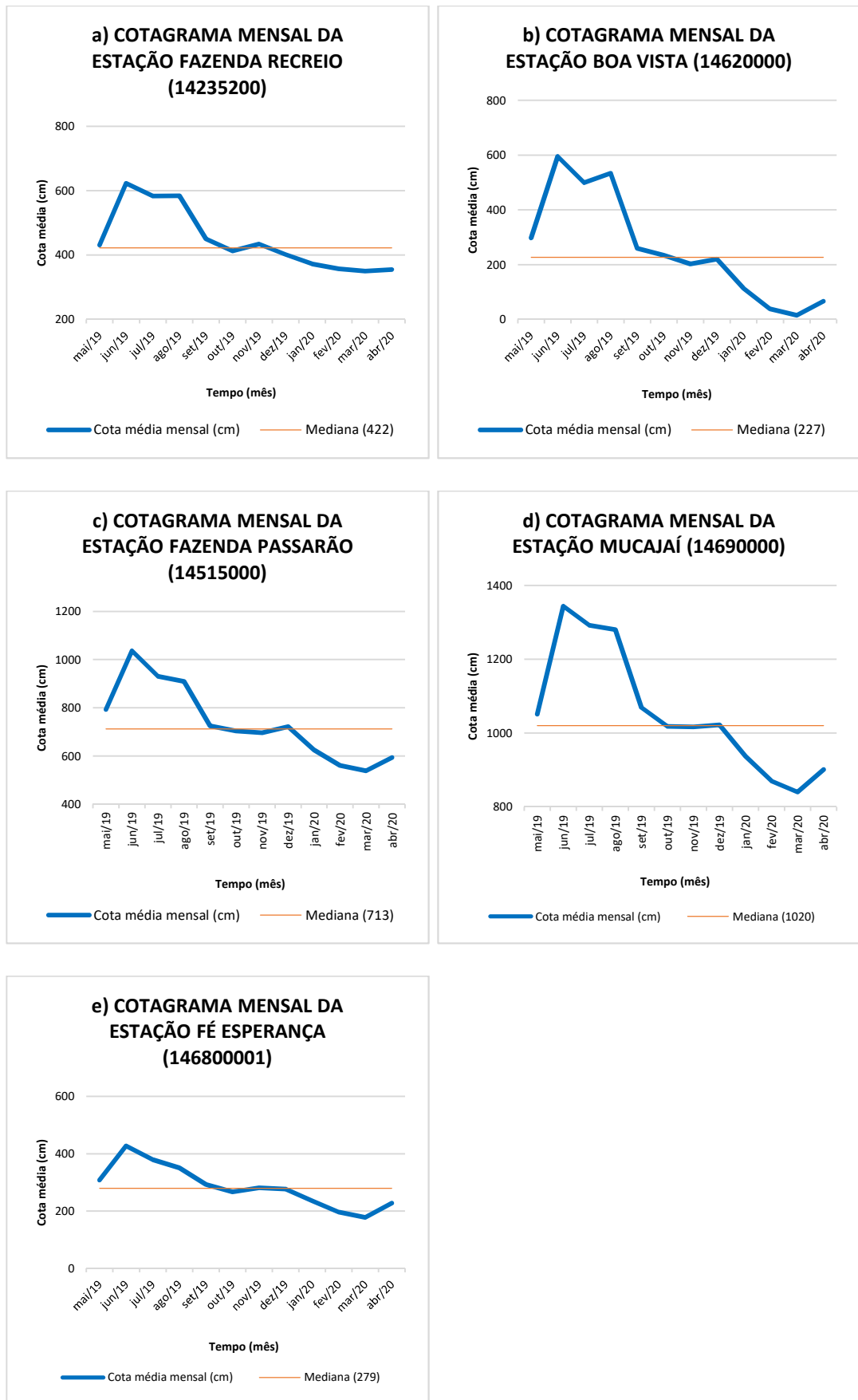
No cotograma mostrado na Figura 20a, é possível observar com base no valor da mediana de cotas médias mensais de Fazenda Recreio, que a cheia no baixo rio Cauamé ficou compreendida entre os meses de maio/2019 a setembro/2019, ocorrendo um período de transição entre os meses de outubro/2019 a dezembro/2019, que ficaram em patamares próximos a mediana. Tal comportamento hidrológico foi semelhante ao observado, no rio Branco em Boa Vista (Figura 20b) e no rio Uraricoera

na Fazenda Passarão (Figura 20c), onde a análise gráfica demonstrou que a cheia dos rios ficou entre maio/2019 e setembro/2019, em relação a mediana das cotas mensais. Isto indica que a bacia do Cauamé, provavelmente siga a mesma tendência hidrológica do sistema Branco-Uraricoera, corroborando quanto ao período sazonal com o sugerido em Moraes e Carvalho (2015).

A análise estatística efetuada com base no valor da mediana de cotas médias mensais (Figura 20a), permitiu concluir que a estiagem em Fazenda Recreio, foi congruente com Boa Vista e Fazenda Passarão. Ficando entre outubro/2019 a abril/2020, incluindo o período de transição entre outubro/2019, novembro/2019 e dezembro/2019. Este comportamento observado na seca do baixo rio Cauamé, possivelmente esteja condicionado ao sistema hidrológico de base do Branco-Uraricoera. Neste contexto, Sander et al. (2014) afirmam que o menor grau de dispersão nas descargas mais baixas provavelmente se dá pelo predomínio da descarga base, fruto da redução das chuvas durante a estiagem, que é bastante prolongada nesta região (alto rio Branco), com exceção de pequenos períodos chuvosos (com duração de alguns dias a poucas semanas), quebrando a monotonia.

A análise gráfica das figuras 20d e 20e, demonstrou que o rio Mucajaí, em Mucajaí e Fé Esperança, também seguiu a tendência hidrológica do sistema fluvial Branco-Uraricoera, com cheia entre maio/2019 e setembro/2019, transição entre outubro/2019 a dezembro/2019, com a vazante iniciando em outubro/2019 e indo até abril/2020.

Figura 20: Cotagrama mensal das estações com linha mediana.

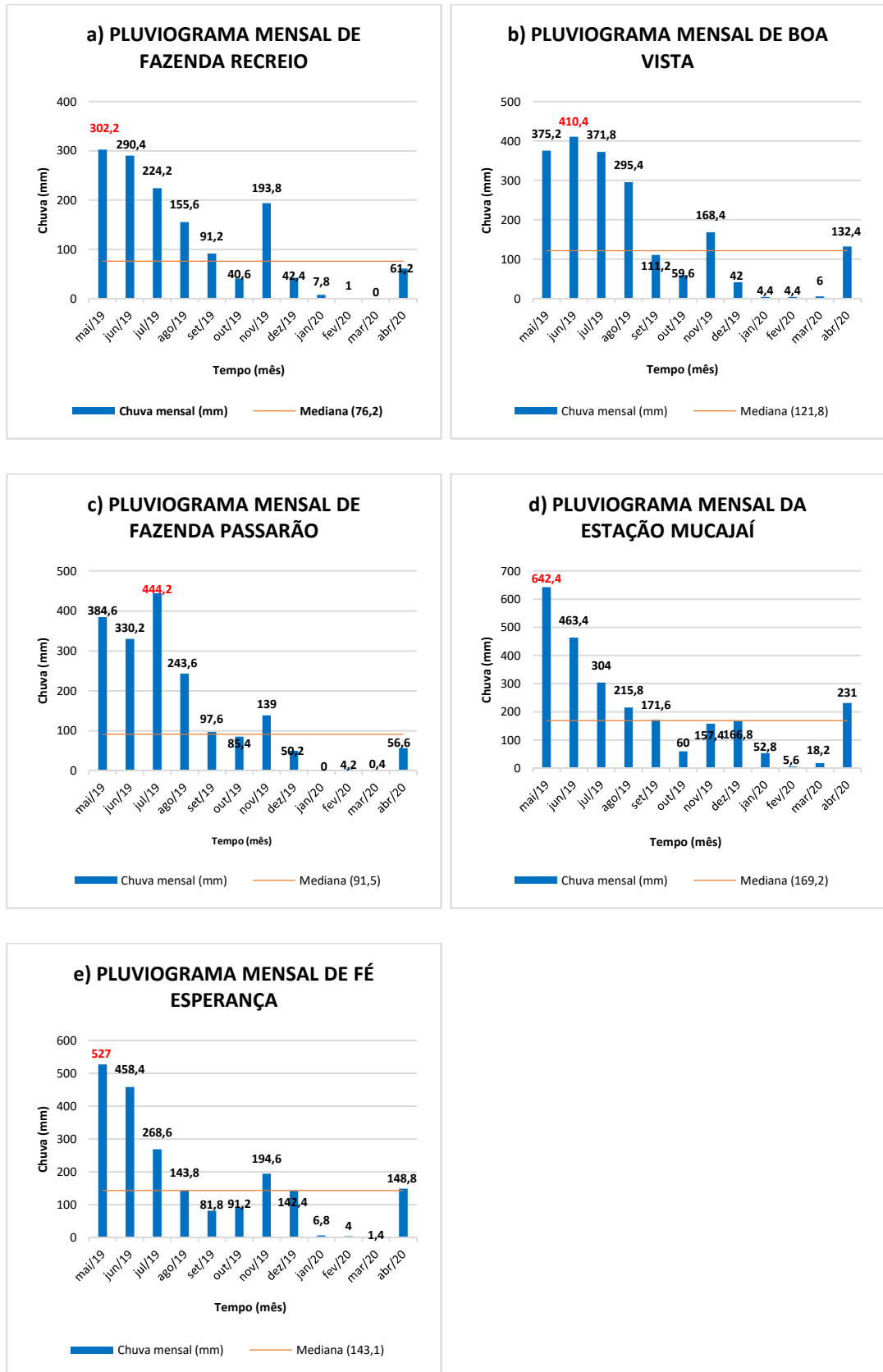


Fonte: O autor.

5.2.4 Mediana das chuvas acumuladas mensais das estações

Com base na análise estatística da mediana das chuvas acumuladas mensais das estações, verificou-se que os 6 meses mais chuvosos em Fazenda Recreio (Figura 21a), ocorreram entre maio/2019 e setembro/2019, juntamente com o mês de novembro/2019. A cheia do rio Cauamé nesta estação, impulsionada pelo período chuvoso, ficou compreendida entre os meses de maio/2019 a setembro/2019, em relação a mediana das cotas mensais (Figura 20a). Em vermelho, nas figuras abaixo, observa-se o mês o mais chuvoso do ano nas estações.

Figura 21: Pluviograma mensal das estações com linha mediana.



Fonte: O autor.

Em Boa Vista, a mediana das chuvas acumuladas mensais mostrou que entre os meses de maio/2019 a agosto/2019 ocorreu o período mais chuvoso no ano, juntamente com os meses de novembro/2019 e abril/2020 (Figura 21b). O período chuvoso entre maio/2019 a agosto/2019 corroborou com Fazenda Recreio. Porém, o mês mais chuvoso em Boa Vista ocorreu um mês depois de Fazenda Recreio. Como afirmam Fabrício, Veniziani Jr e Kaiser (2010), a distribuição e a forma de ocorrência das precipitações variam de acordo com alguns parâmetros, tais como topografia e condições climáticas (vento, massas de ar e umidade do ar). Isto leva a concluir que no monitoramento hidrológico, a precipitação é um parâmetro meteorológico bem variável entre as bacias hidrográficas.

Na estação Fazenda Passarão, de acordo com a mediana das chuvas acumuladas mensais, o período de 6 meses mais chuvosos ocorreu entre os meses de maio/2019 e setembro/2019, juntamente com novembro/2019 (Figura 21c). Nesta estação houve semelhança do período de 6 meses mais chuvosos em relação a Fazenda Recreio. Porém, o mês mais chuvoso da estação ocorreu 2 meses após Fazenda Recreio.

Em Mucajaí o período entre maio/2019 a setembro/2019 foi o mais chuvoso nesta estação, de acordo com a mediana das chuvas acumuladas mensais (Figura 21d). O mês de abril/2020, também esteve entre os 6 meses mais chuvosos da estação. Neste posto em maio/2019 ocorreu o mês mais chuvoso do ano entre todas as estações pluviométricas desta pesquisa (642,4mm). O período entre maio/2019 a setembro/2019 corroborou com Fazenda Recreio entre os mais chuvosos, assim como o mês mais chuvoso.

Em Fé Esperança (Figura 21e), entre maio/2019 a agosto/2019, ocorreu o período mais chuvoso em relação a mediana das chuvas acumuladas mensais, juntamente com os meses de novembro/2019 (194,6mm) e abril/2020 (148,8mm). O período chuvoso entre maio/2019 a agosto/2019, e mais novembro/2019, coincidiu com Fazenda Recreio, assim como o mês mais chuvoso do ano.

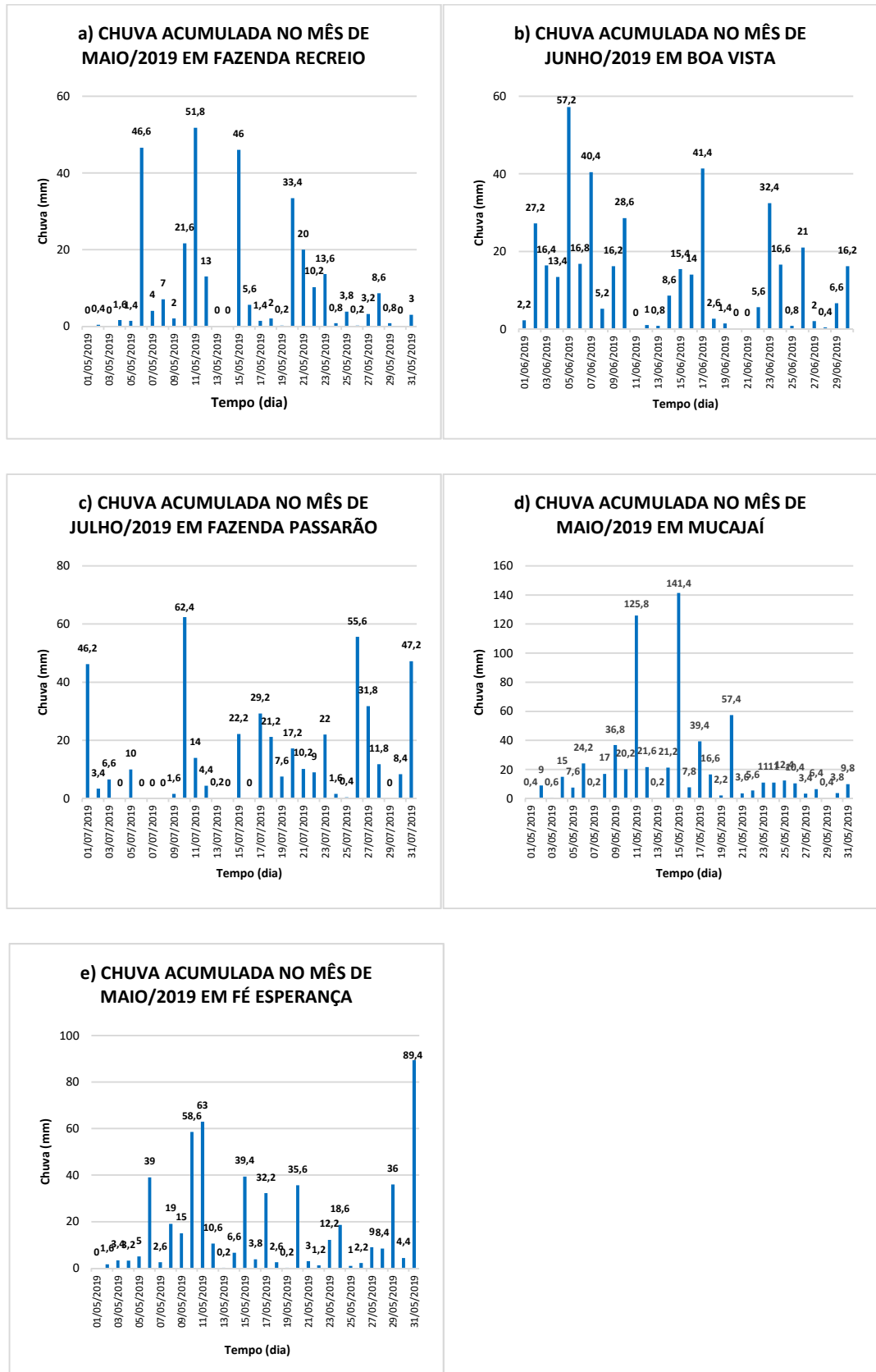
A entrada de água pelas chuvas nos sistemas mostra que quanto menor a área da bacia, maiores são os efeitos, durante um evento de precipitação (mês de novembro/2019 no baixo Cauamé). Em bacias maiores, a retenção natural das águas

pluviais suaviza as consequências da variação de intensidade, tornando desprezível sua influência sobre o hidrograma (BARNEZ, 2004).

5.2.5 Mês mais chuvoso

O pluviograma do mês mais chuvoso ocorrido entre 01 de maio de 2019 a 30 de abril de 2019, em cada uma das estações, é mostrado abaixo na Figura 22. Fazenda Recreio, Mucajaí e Fé Esperança tiveram maio como o mês mais chuvoso. Boa Vista teve em junho o seu mês mais chuvoso. Já em Fazenda Passarão foi em julho o mês mais chuvoso. Demonstrando que este parâmetro é bem variável nas bacias hidrográficas. Pelas análises gráficas feitas a partir da Figura 22, observou-se que a bacia do Mucajaí, nas estações Mucajaí e Fé Esperança, recebeu chuvas que passaram dos 80mm no mês mais chuvoso. Os meses mais chuvosos diferentes em algumas estações talvez estejam relacionados as características fisiográficas e condições climáticas das bacias (PONTES, 2019; CHIERICE Jr, 2013).

Figura 22: Pluviograma do mês mais chuvoso nas estações.



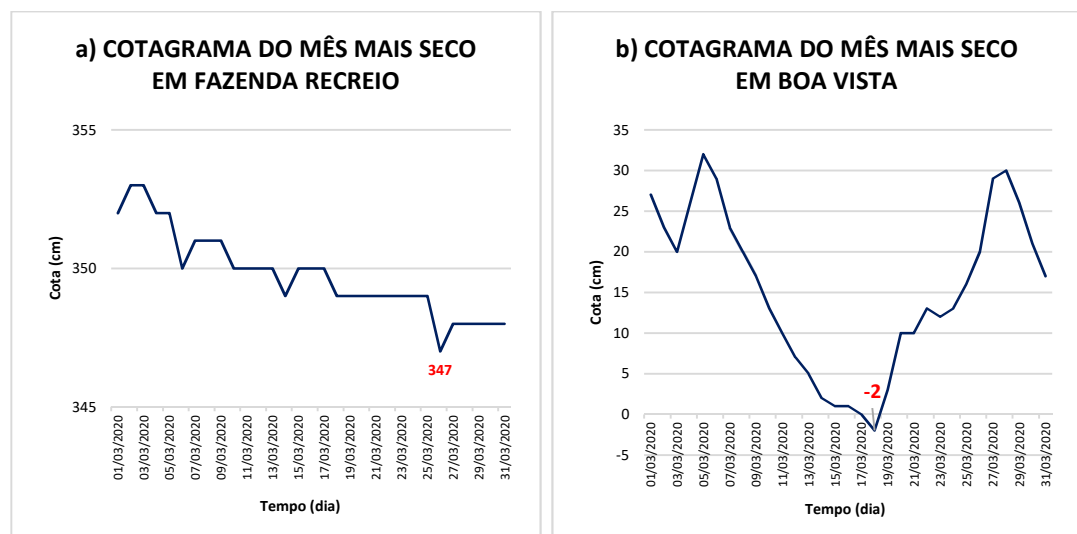
Fonte: O autor.

5.2.6 Mês menos chuvoso e trimestre mais seco

Pelas análises estatísticas efetuadas com base no valor da mediana das chuvas acumuladas mensais das estações telemétricas, verificou-se que os meses menos chuvosos em todas elas foram outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020, fevereiro/2020 e março/2020, dentro do período da estiagem no estado, que vai de outubro a março, segundo Moraes e Carvalho (2015).

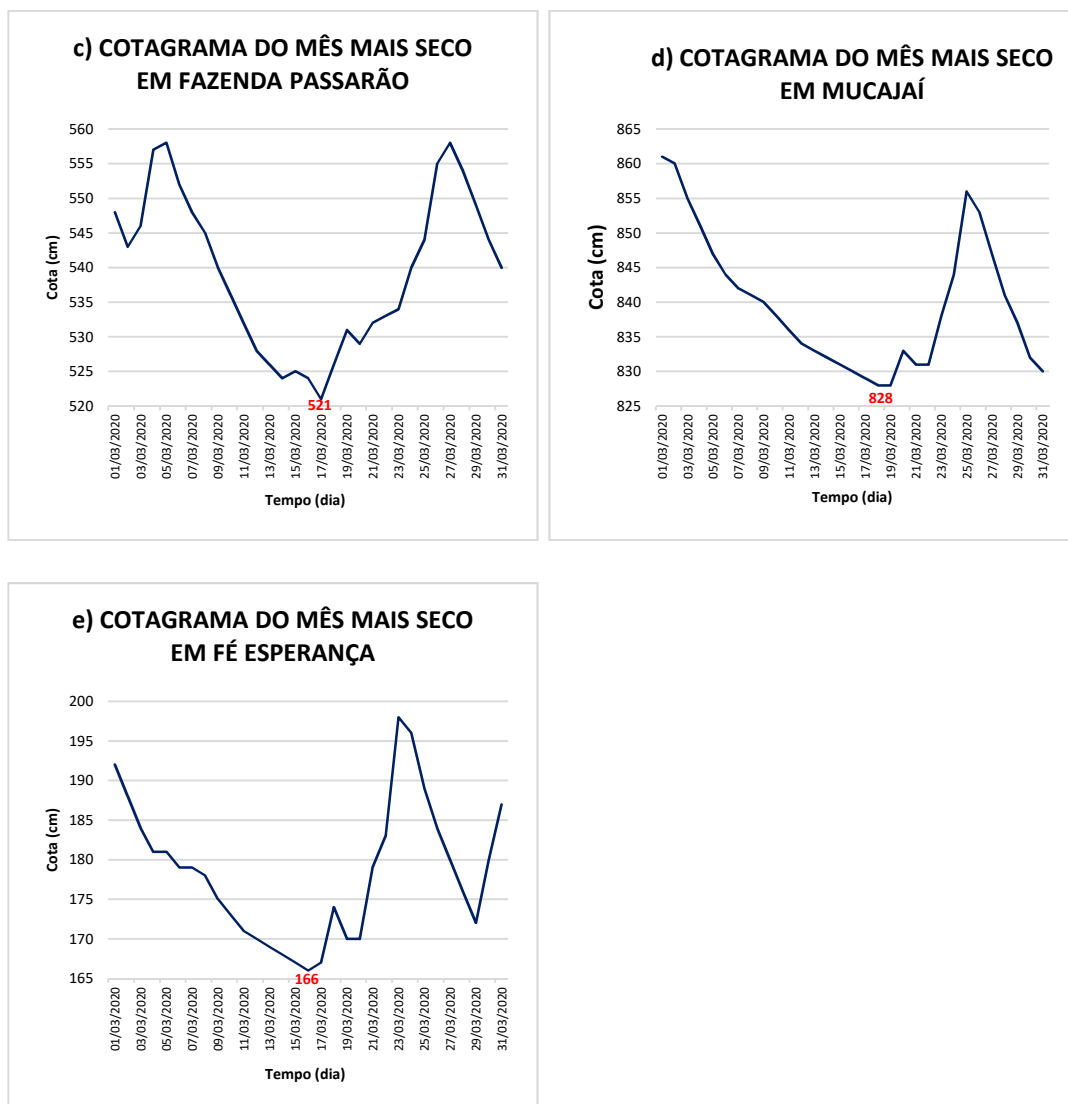
O mês de março/2020 foi o que apresentou os níveis mais baixos no rio Cauamé, em Fazenda Recreio, ou seja, foi o mais severo da estiagem, influenciado pela escassez de chuvas na bacia, com precipitação acumulada de 0,0mm, a mínima nesta estação neste mês. No cotagrama visto na Figura 23a, observa-se que o nível do rio neste mês oscilou na casa de 345cm e 355cm. Para fins de comparação, março/2020, foi também, o mês com NA mais baixo em todas estações. A Figura 23 mostra o cotagrama desse mês nos postos de monitoramento, juntamente com o nível mais baixo alcançado.

Figura 23: Cotagrama do mês de março/2020, o mais seco nas estações.



Fonte: O autor.

Figura 23: Cotagrama do mês de março/2020, o mais seco nas estações (continuação).



Fonte: O autor.

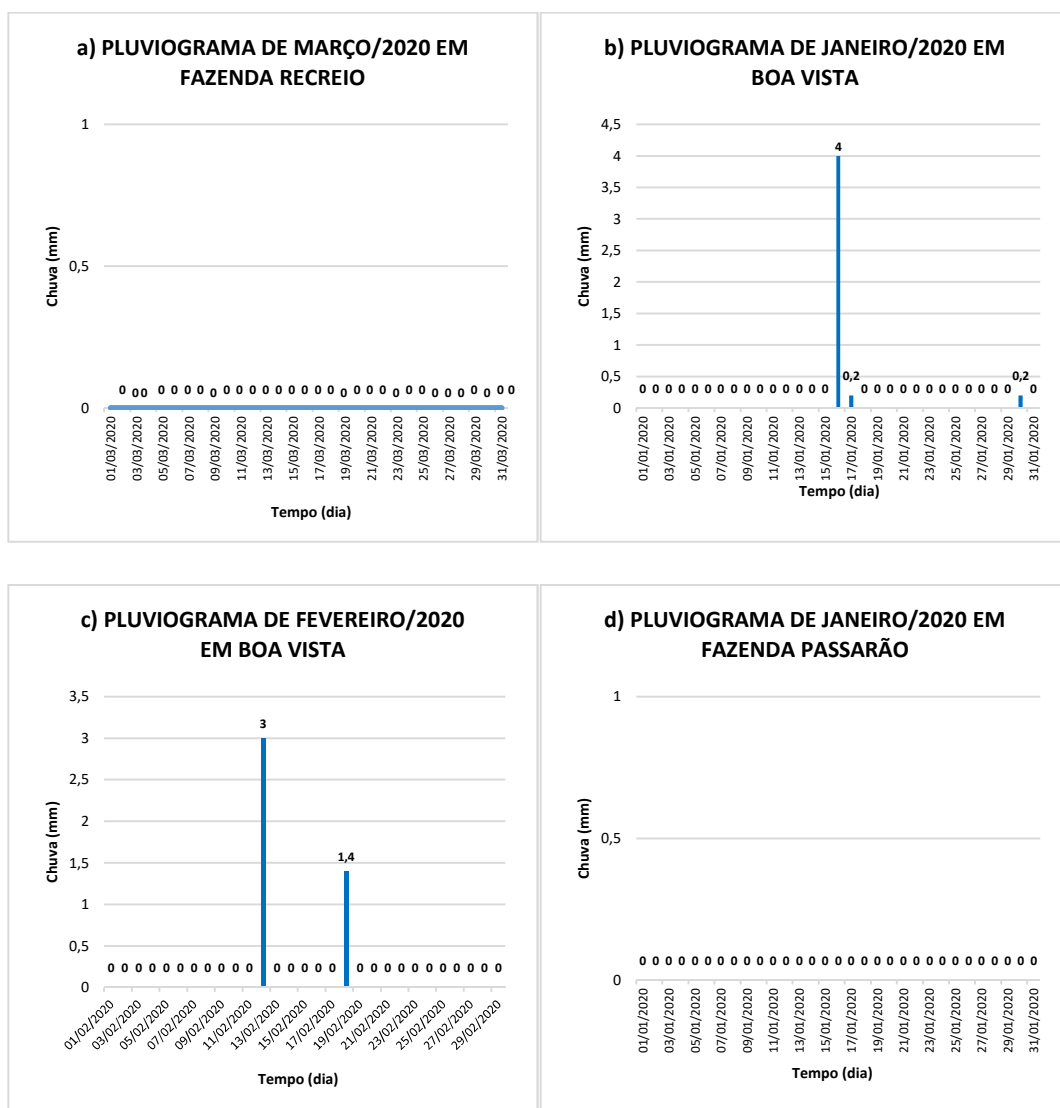
Em Boa Vista (14620000) o total de chuva acumulada em janeiro/2020 e fevereiro/2020 foi o mesmo de 4,4mm, os mínimos do período; em Fazenda Passarão (14515000) o total mensal de chuva de janeiro/2020 foi de 0,0mm; na estação Mucajaí (14690000), em fevereiro/2020, ocorreu o total mensal mínimo de chuva do ano de 5,6mm e; em Fé Esperança (14680001) no mês de março/2020 tivemos 1,4mm de chuva acumulada na estação, o mínimo do ano.

As análises feitas nas estações pluviométricas, com base no valor da mediana dos acumulados mensais, permitiu concluir que os meses de janeiro/2020,

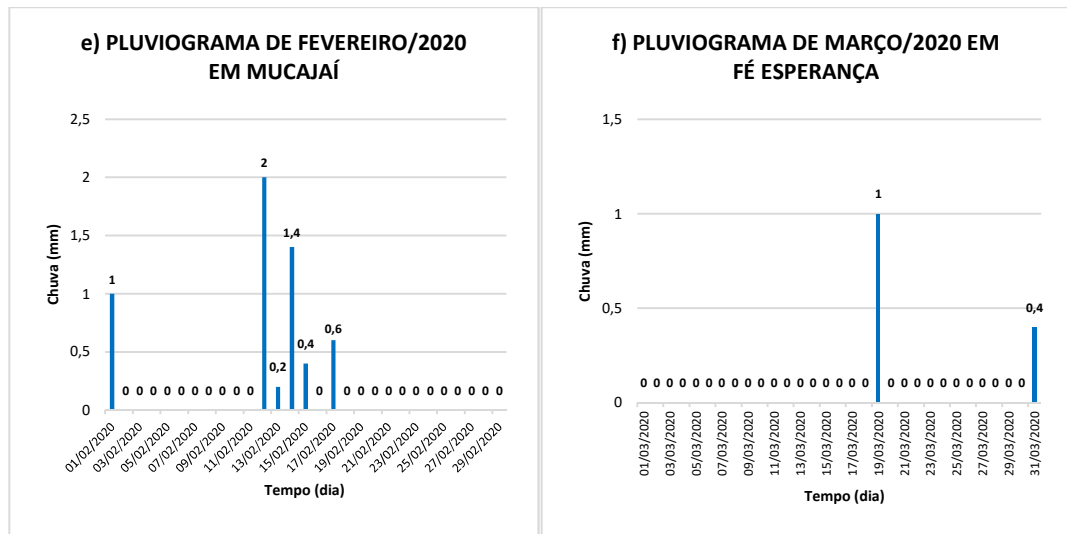
fevereiro/2020 e março/2020 (Figura 21), formaram o trimestre mais seco dentre todos no período de estiagem em Fazenda Recreio. Ele ocorre de forma similar nas estações adjacentes. A estiagem prolongada na região, de 5 a 7 meses, é característica de regiões com clima Aw, quando predomina forte insolação e baixa pluviosidade, período em que ocorrem as queimadas (SANDER, 2015).

Abaixo na Figura 24 observa-se os pluviogramas do mês menos chuvoso em cada uma das estações da pesquisa durante o monitoramento.

Figura 24: Pluviograma do mês menos chuvoso nas estações.



Fonte: O autor.

Figura 24: Pluviograma do mês menos chuvoso nas estações (continuação).

Fonte: O autor.

5.2.7 Considerações sobre os resultados estatísticos

A análise fluviométrica dos meses mais secos nos postos de monitoramento é de suma importância, pois geralmente, é nestes meses que ocorrem as vazões mínimas de referência, que servem de apoio aos estudos de outorga de uso dos recursos hídricos. Um exemplo dessas análises são as vazões de referência Q_{50} e Q_{95} , utilizadas nas demandas hídricas do alto rio das Velhas, no estado de Minas Gerais. Ou ainda os estudos com base em estimativa e comparação estatística efetuados a partir das vazões Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$, para definição das vazões mínimas de referência para o rio Jequitinhonha, em Minas Gerais. E também, a vazão $Q_{7,10}$ recomendada para a bacia do rio Miranda, em Mato Grosso do Sul. Além disso, pela análise da $Q_{7,10}$, pode ocorrer um aumento de 126% na quantidade de água disponível para períodos de maior disponibilidade hídrica na bacia do rio Paraobeba, no alto São Francisco. Sem falar no uso de vazões mínimas de referência efetuada pela Eletrobrás em regiões hidrologicamente semelhantes (OLIVEIRA, 2017; SILVA, SILVA e MOREIRA, 2015; SANTOS et al., 2011; PINTO, 2006; ELETROBRÁS, 1985).

A Tabela 09 mostra os valores da quantidade de chuva acumulada, em mm, com base no valor da mediana da chuva mensal de cada estação, nos 6 meses menos chuvosos e a quantidade de chuva acumulada nos 6 meses mais chuvosos, durante o período da pesquisa científica. Isto é extremamente importante pois fornece uma

estimativa da disponibilidade e do déficit hídricos na bacia do rio Cauamé. Dentro deste contexto, foi possível definir que o período chuvoso em Fazenda Recreio representou, 89,15% do total acumulado e o período de estiagem representou, 10,85% do total. As outras estações, também ficaram neste patamar no período chuvoso, entre 80% e 90%, enquanto na estiagem variaram entre 10% a 20% do total acumulado. Isto mostra que este percentual de chuva acumulada nos períodos sazonais é homogêneo entre as bacias, o que corrobora com Silva et al. (2015).

Os valores percentuais da quantidade de chuva acumulada por período de cheia e estiagem das estações comparativas ficaram assim: Boa Vista na cheia= 88,51% e na estiagem=11,49%; Fazenda Passarão na cheia=89,28% e na estiagem=10,72%; Mucajá na cheia=81,49% e na estiagem=18,51% e; Fé Esperança na cheia=84,16% e na estiagem=15,84%.

Tabela 09: Quantidade de chuva acumulada nos 6 meses mais chuvosos e nos 6 meses menos chuvosos nas estações.

Estações Pluviométricas	6 meses + chuvosos (mm)	6 meses - chuvosos (mm)
Fazenda Recreio	1257,4	153
Boa Vista	1753,6	227,6
Fazenda Passarão	1639,2	196,8
Mucajá	2028,2	460,8
Fé Esperança	1741,2	327,6

Fonte: O autor.

A importância da bacia do rio Cauamé como área hidrográfica de gerenciamento, implica em avançar para uma legislação que regulamente a utilização de seus recursos. Neste sentido, uma das muitas variáveis a serem consideradas na atividade de gerenciamento de recursos hídricos é a disponibilidade hídrica, que é um fator fundamental para o sucesso da produtividade agrícola, pois o déficit hídrico de uma região pode resultar em deficiência hídrica, trazendo consequências negativas para as atividades agropastoris. Assim torna-se de fundamental importância que se façam estudos hidrológicos para avaliação de disponibilidade e potencialidades hídricas, servindo como atividade principal para a execução dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, previstos na PNRH. Neste sentido, a análise de disponibilidade de águas dos mananciais tem uma ferramenta de grande valia que são as curvas de permanência. Elas podem ser úteis para diferenciar o comportamento

dos rios e para avaliar o efeito de modificações, tais como desmatamento, reflorestamento, construção de reservatórios e extração de água para uso consultivo (OLIVEIRA, 2017; MICHELOTTI, 2015; CHIERICE Jr, 2013; CRUZ e TUCCI, 2008).

5.3 CURVA DE PERMANÊNCIA DAS ESTAÇÕES

A Tabela 10 mostra as cotas de referência em 10%, 50%, 90% e 95% do tempo de permanência no monitoramento das estações fluviométricas, ou seja, C_{10} , C_{50} , C_{90} e C_{95} . Na falta de dados de vazão estas cotas de referência podem auxiliar nos estudos de uso consultivo dos mananciais. Neste sentido, a vazão também pode ser medida indiretamente em função da altura do nível da água, onde se mede a altura atingida pelo NA em relação a um datum ou nível de referência, normalmente expresso em metros ou centímetros (ANDRADE, 2014).

Tabela 10: Cotas de referência das estações fluviométricas.

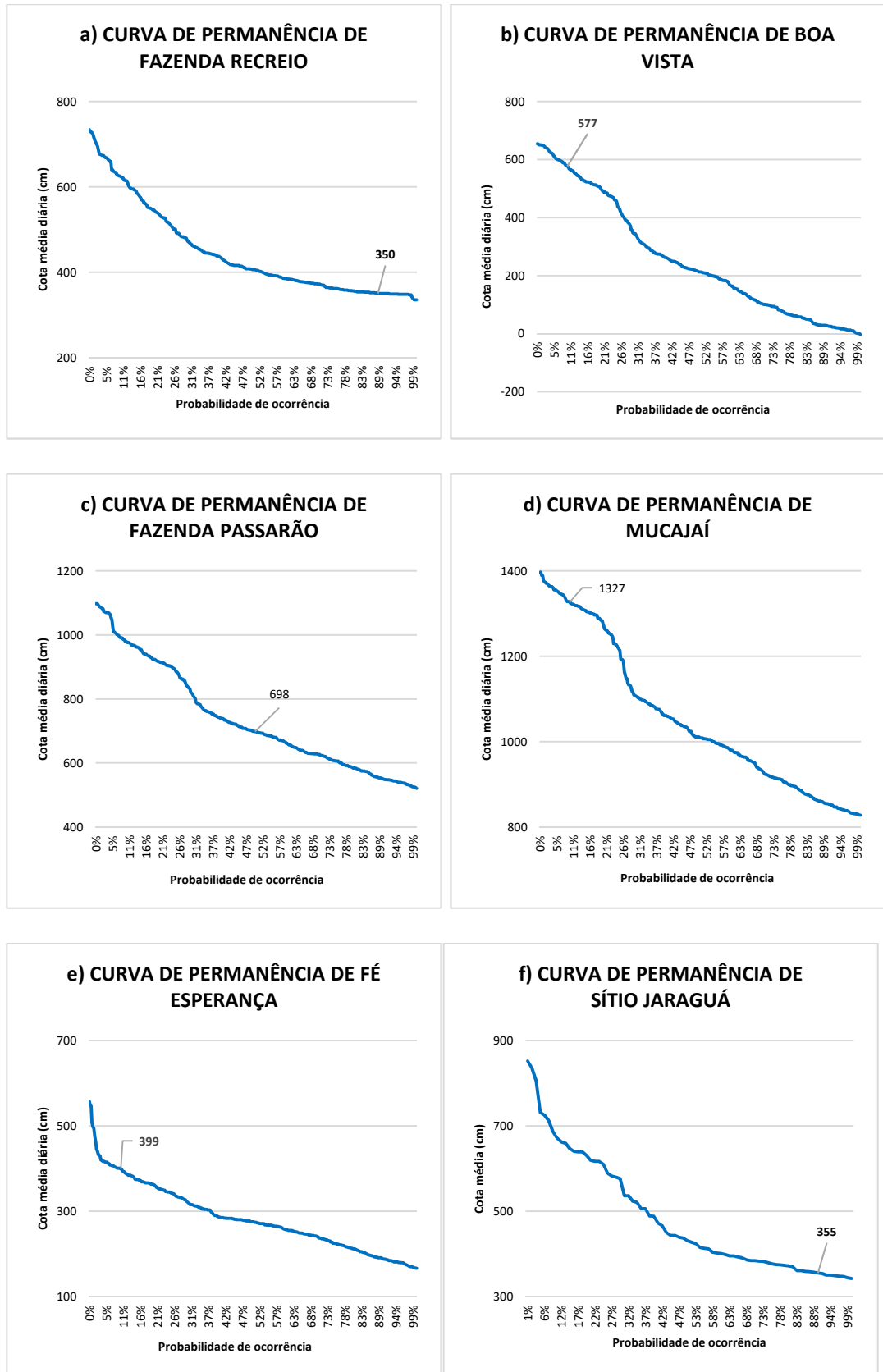
Estações	C_{10} (cm)	C_{50} (cm)	C_{90} (cm)	C_{95} (cm)
Fazenda Recreio	622	406	350	348
Boa Vista	566	213	26	15
Fazenda Passarão	976	698	548	538
Mucajá	1322	1009	853	838
Fé Esperança	395	275	187	179
Sítio Jaraguá	671	431	355	349

Fonte: O autor.

Na Figura 25 é possível avaliar as curvas de permanência de cotas médias diárias geradas pelas estações fluviométricas da pesquisa. Elas podem fornecer uma estimativa quanto ao escoamento hídrico ocorrido nas bacias hidrográficas, pois indicam quanto uma determinada cota de NA foi alcançada ou superada durante o monitoramento.

Na curva de permanência de Fazenda Recreio foi possível verificar que a cota 350cm foi atingida em 90% do tempo, ou seja, dentro do período de estiagem quanto a média anual (Figura 25a). Esta permanência foi equivalente ao nível de 27cm em Boa Vista e 550cm em Fazenda Passarão, que compõem o sistema hidrológico principal dessa região, o Branco-Uraricoera. Esses níveis podem servir de referência para análises de disponibilidade hídrica superficial nas bacias.

Figura 25: Curva de permanência de cotas médias diárias das estações.



Fonte: O autor.

Na curva de permanência de Boa Vista pôde-se observar que a cota média 577cm foi atingida em 10% do tempo (Figura 25b), dentro do período chuvoso, o que corrobora com Carvalho e Moraes (2014), que concluíram que os níveis entre 550cm a 792cm permanecem em 10% do tempo em Boa Vista. Em Fazenda Passarão, a curva de permanência mostrou que a cota 698cm foi alcançada em 50% do tempo de monitoramento (Figura 25c). Em Mucajá, a cota 1327cm foi atingida em 10% do tempo (Figura 25d) e, em Fé Esperança, a cota 399cm foi alcançada, também, em 10% tempo de monitoramento (Figura 25e). Na curva de permanência de Sítio Jaraguá (Figura 25f), notou-se que a cota 355cm foi alcançada em 90% do tempo de coleta entre julho/2001 e novembro/2008. Tal permanência corroborou com a C_{90} de Fazenda Recreio (350cm), pois a diferença de 5cm, possivelmente esteja relacionada a posição das estações quanto a desembocadura.

5.3.1 Considerações sobre os resultados

Segundo Sugai, Fill e Gomes (1998), os objetivos do regime de outorga são: assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e; assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Dentro deste contexto, torna-se necessário estabelecer o equilíbrio entre as demandas e prioridades dos vários usuários e a garantia de vazões mínimas para assegurar a preservação da qualidade ambiental. Verifica-se aí a importância das curvas de permanência nos estudos hidrológicos, pois elas podem fornecer informações pertinentes às autoridades quanto a disponibilidade de água nas bacias hidrográficas.

A análise hidrológica dos meses mais secos nos postos de monitoramento desta pesquisa é de suma importância, pois geralmente, é nestes meses que ocorrem as vazões mínimas de referência, que servem de apoio as companhias de abastecimento que utilizam águas superficiais, tal como ocorre em Boa Vista/RR. Quanto aos meses mais chuvosos, as informações obtidas neste estudo podem auxiliar nos empreendimentos de lavouras de grãos, que dependem de recurso hídrico em seus projetos. Neste sentido, o monitoramento da entrada de água nos sistemas fluviais é de grande relevância, pois os valores da quantidade de chuva acumulada nos 6 meses menos chuvosos e a quantidade de chuva acumulada nos 6 meses mais chuvosos, durante o período da pesquisa científica, podem fornecer aos órgãos

gestores de recursos hídricos e a sociedade em geral, uma estimativa da disponibilidade e do déficit hídricos na bacia do rio Cauamé e demais sistemas fluviais adjacentes.

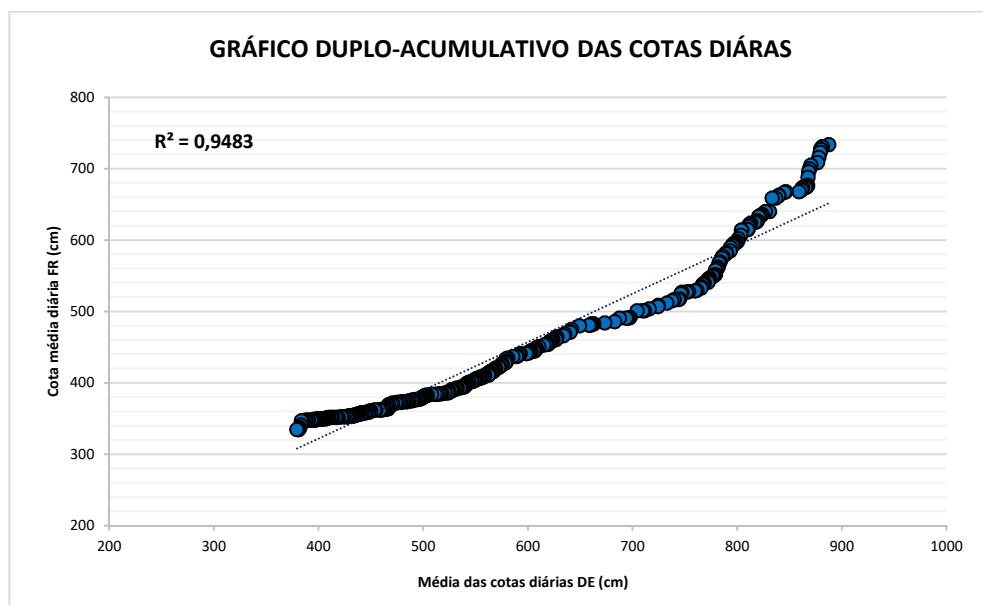
5.4 RELAÇÃO DO RIO CAUAMÉ E SISTEMAS FLUVIAIS VIZINHOS

Nesta seção são mostrados os resultados obtidos a partir de uso do método duplo-acumulativo e de curvas de permanência, para comparação entre o baixo rio Cauamé e os outros sistemas fluviais adjacentes da pesquisa.

5.4.1 Método duplo acumulativo

Pelo método duplo-acumulativo foi possível verificar a relação de congruência, do baixo rio Cauamé, em Fazenda Recreio (FR), e os outros sistemas fluviais adjacentes nas demais estações (DE), quanto as cotas médias diárias dos postos durante o período da pesquisa. É o que se observa na representação gráfica da Figura 26, que mostrou uma correspondência alta e positiva para esta variável hidrológica, evidenciada pelo coeficiente de determinação, $R^2=0,94$. Para as demais estações foi utilizada a média de suas cotas diárias.

Figura 26: Gráfico duplo-acumulativo de cotas médias diárias de Fazenda Recreio (FR) e demais estações (DE).

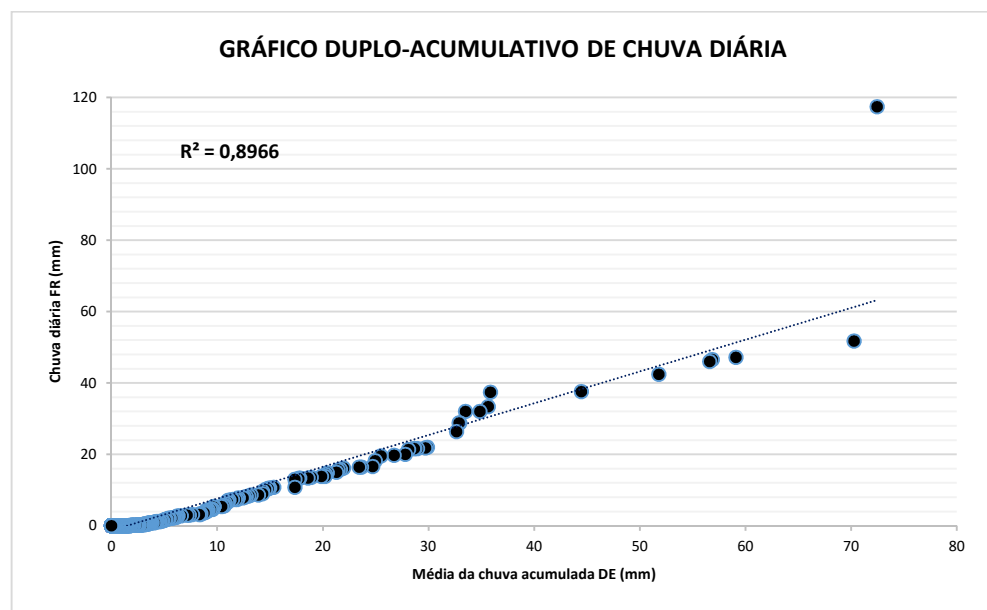


Fonte: O autor.

Como o sistema hidrológico Branco-Uraricoera é o principal da região, possivelmente, controle as vazões das bacias adjacentes, fazendo com que ocorra essa homogeneidade fluvial evidenciada pelo R^2 .

A Figura 27 mostra a análise comparativa feita no período da pesquisa a partir das chuvas diárias de Fazenda Recreio (FR) e a média das chuvas diárias das demais estações (DE), utilizando-se o método duplo-acumulativo. Pelo comportamento da curva notou-se que ocorreu uma congruência entre as estações quanto essa variável, que é evidenciada pelo coeficiente de determinação alto e positivo, $R^2=0,89$.

Figura 27: Gráfico demonstrativo da relação pluviométrica entre as estações.

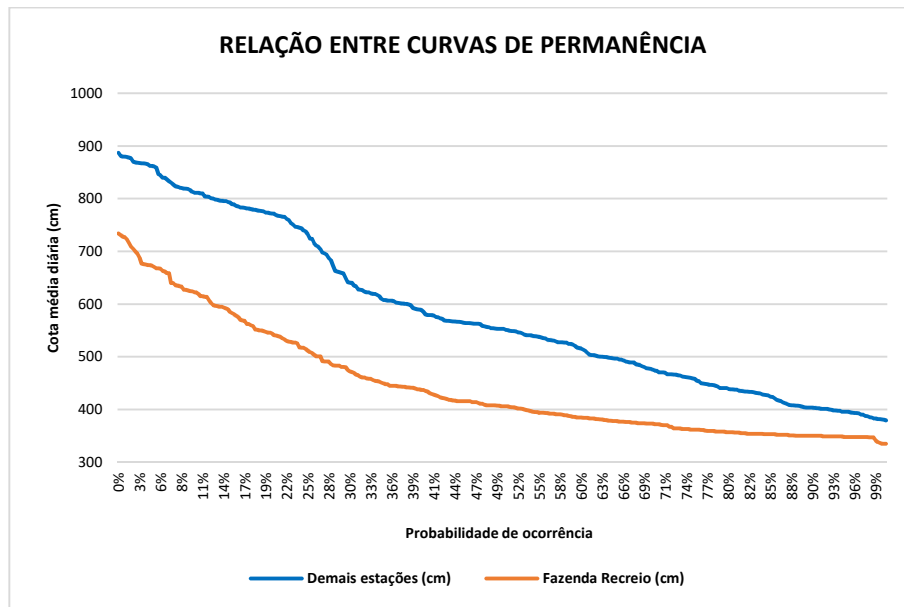


Fonte: O autor.

O outro gráfico utilizado para comparar e confirmar a relação entre as estações foi o de curvas de permanência de cotas médias diárias de Fazenda Recreio e o da média das cotas diárias das outras estações fluviométricas, visto na Figura 28. Neste caso, observou-se uma homogeneidade entre as curvas, indicando um comportamento similar quanto a maioria dos eventos extremos de altas e baixas cotas diárias dos rios, com poucas discrepâncias nos episódios, tais como nos eventos das faixas de cota entre 650cm a 800cm nas demais estações, ou seja, nas permanências entre 15% a 30%, em que não houve tanta correspondência com a Fazenda Recreio, provavelmente devido a presença de fatores que influenciaram no funcionamento dos canais fluviais, tais como clima, substrato rochoso, uso dos solos, geomorfologia e

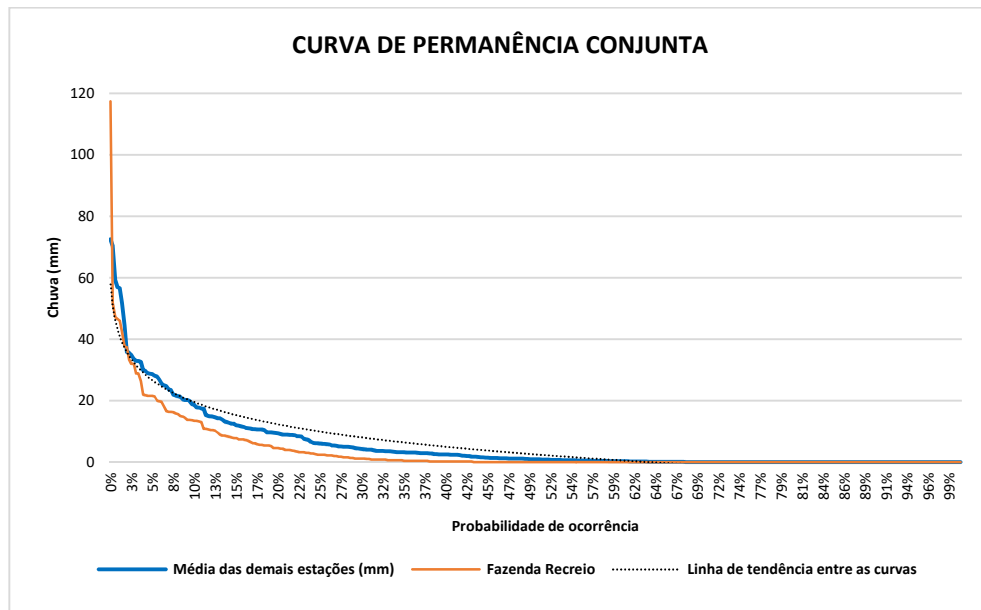
vegetação, além das variações existentes na cheia dos rios, relacionadas ao fator Tempo-Área (ANA, 2020; STEINMETZ, 2017; WANKLER et al., 2009; BARNEZ, 2004; ESTEVES e MENDIONDO, 2003).

Figura 28: Gráfico comparativo entre as curvas de permanência de cotas médias diárias de Fazenda Recreio (FR) e demais estações (DE).



Fonte: O autor.

A análise gráfica comparativa feita entre a curva de permanência da chuva diária de Fazenda Recreio e a curva de permanência da média da chuva diária das demais estações no período da pesquisa é mostrada na Figura 29. O comportamento entre as curvas é bem parecido, demonstrando que existe congruência entre os eventos chuvosos, que foi evidenciada pela linha de tendência mostrada no gráfico.

Figura 29: Curva de permanência da precipitação das estações.

Fonte: O autor.

A comparação efetuada acima na Figura 29, teve o objetivo de relacionar a magnitude dos eventos com sua frequência de ocorrência por meio de uma distribuição de probabilidades de igualdade ou de superação de precipitações nas séries. Notou-se que o baixo rio Cauamé ficou com a probabilidade mínima de ocorrência da chuva (0%), efetivada em novembro/2019, com a chuva máxima ocorrida em Fazenda Recreio. Essa precipitação pode servir para comparação de futuros eventos extremos, em diferentes tempos de retorno. Tal como afirmam Naghettini e Pinto (2007), a magnitude de um evento extremo é inversamente relacionada à sua frequência de ocorrência, uma vez que eventos muito severos ocorrem com menor frequência do que os mais moderados.

5.4.2 Considerações

A análise da curva de permanência de chuva de Fazenda Recreio serviu para se ter uma noção do que entra de água no sistema fluvial do baixo Cauamé. Com isso é possível auxiliar: os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, o gerenciamento de qualidade da água, o abastecimento público, os estudos de potencial energético hidráulico, o planejamento de irrigação, os estudos de impactos

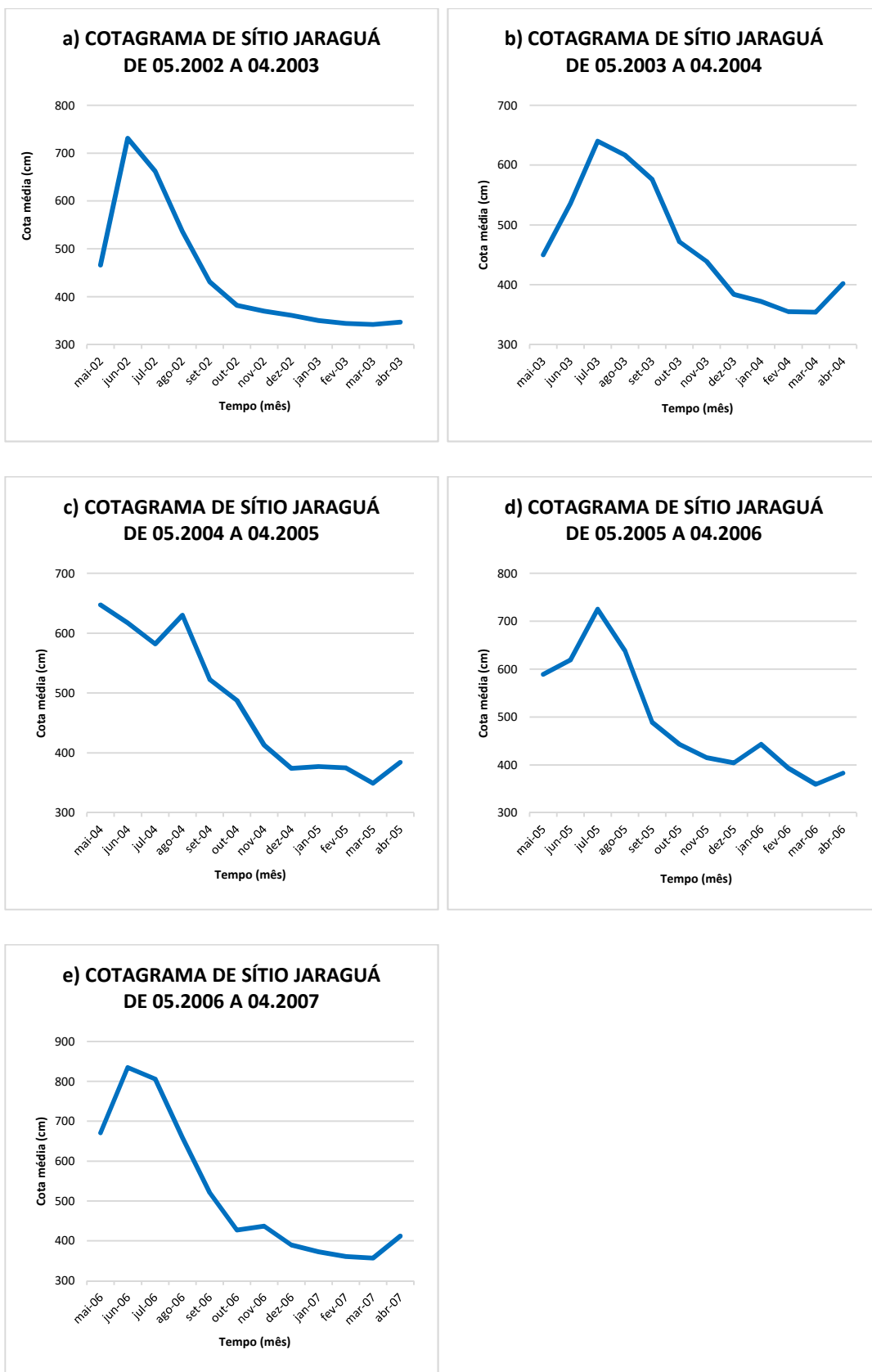
na resposta hidrológica dos rios, na manutenção de habitats e nos estudos de carga sedimentar na bacia hidrográfica (CRUZ e TUCCI, 2008).

As pesquisas pluviométricas são muito importantes, pois mostram quais períodos ocorrem escassez de água. Ou ainda, que nos eventos intensos de chuvas, que podem causar enchentes, quanto maior a intensidade da chuva, mais rápido o solo atinge sua saturação, provocando um excesso de água que escoará superficialmente pela área da bacia. Além disso, a caracterização do padrão de distribuição da precipitação na área de estudo é de expressiva relevância, pois contribui para uma melhor compreensão dos processos que induzem a transformações ao longo do tempo e do espaço na bacia hidrográfica. Dentro deste contexto, pode-se afirmar que, a partir de um monitoramento hidrológico é possível dimensionar com precisão a capacidade de utilização de um determinado recurso hídrico para abastecimento humano, podendo ser dimensionadas ações dos órgãos gestores de recursos hídricos no sentido de manter quantitativamente o abastecimento de água em eventos extremos de estiagem (DELEVATI et al., 2015; ANDRADE, 2014; CHIERICE Jr, 2013).

5.5 DINÂMICA FLUVIOMÉTRICA HISTÓRICA

Com base nos cotogramas da estação fluviométrica Sítio Jaraguá de 2002 a 2007, mostrados na Figura 30, notou-se que o período de cheia no baixo rio Cauamé ocorreu entre os meses de maio a setembro e o período de baixa ocorreu entre outubro a abril, corroborando a informação produzida pela estação Fazenda Recreio. Os gráficos de Jaraguá demonstraram que o comportamento das descargas foi bem parecido com o de Fazenda Recreio, com o ciclo anual variando entre as classes de 300cm e 800cm. Porém, no período de maio 2006 a abril 2007 (Figura 30e), ocorreu um ciclo com cotas que chegaram a passar de 800cm, entre junho/2006 e julho/2006, o que pode estar relacionado a influência de eventos climáticos de *la niña* na região (SANDER, WANKLER e CARVALHO, 2018; SILVA et al., 2015).

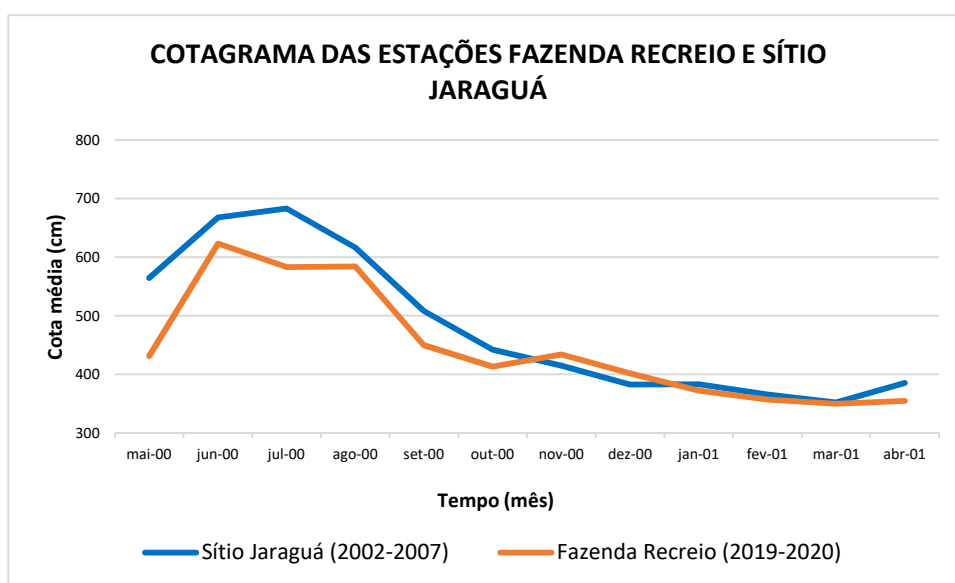
Figura 30: Cotagramas da estação Sítio Jaraguá de 2002 a 2007.



Fonte: O autor.

Pelo gráfico de cotagramas combinados da Figura 31, pôde-se verificar a congruência entre as estações Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá, para os períodos de cheia e de seca do rio Cauamé, a partir de suas respectivas curvas de cotas médias mensais. Pela análise gráfica notou-se um comportamento homogêneo, principalmente, entre os meses de outubro a abril, que foi período mais seco do rio Cauamé, em Fazenda Recreio. Como a série histórica de Sítio Jaraguá é maior (período entre 2002 a 2007), sua curva ficou mais suave devido aos vários ciclos anuais, que a de Fazenda Recreio, que ainda é recente.

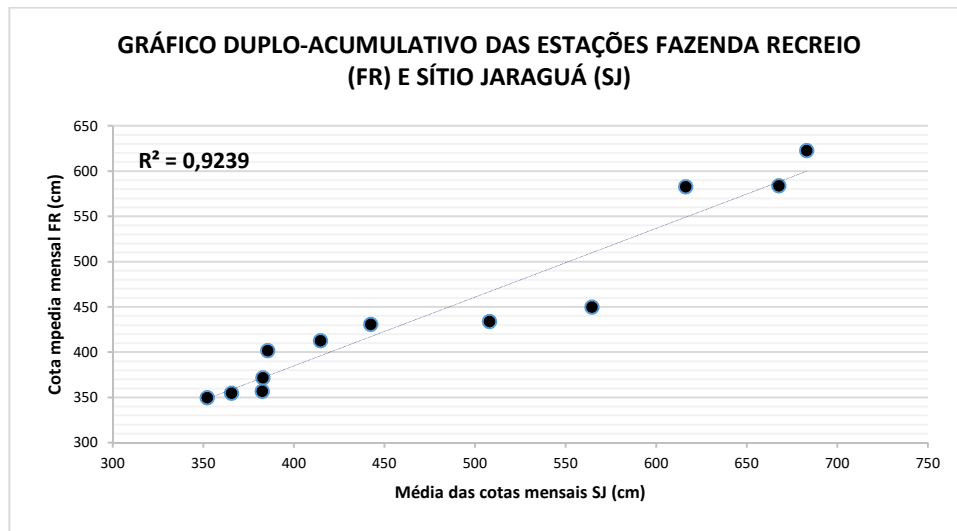
Figura 31: Relação entre os cotagramas das estações do rio Cauamé.



Fonte: O autor.

Pela análise gráfica feita a partir do método duplo-acumulativo mostrada na Figura 32, confirmou-se a relação alta e positiva entre as estações Fazenda Recreio (FR) e Sítio Jaraguá (SJ). O coeficiente de determinação desta relação ficou em $R^2=0,92$, o que confirmou a informação dos cotagramas conjuntos da Figura 30, ou seja, as características hidrológicas de Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá se mostraram congruentes em todo período sazonal.

Figura 32: Gráfico duplo-acumulativo de cota mensais das estações do baixo rio Cauamé.



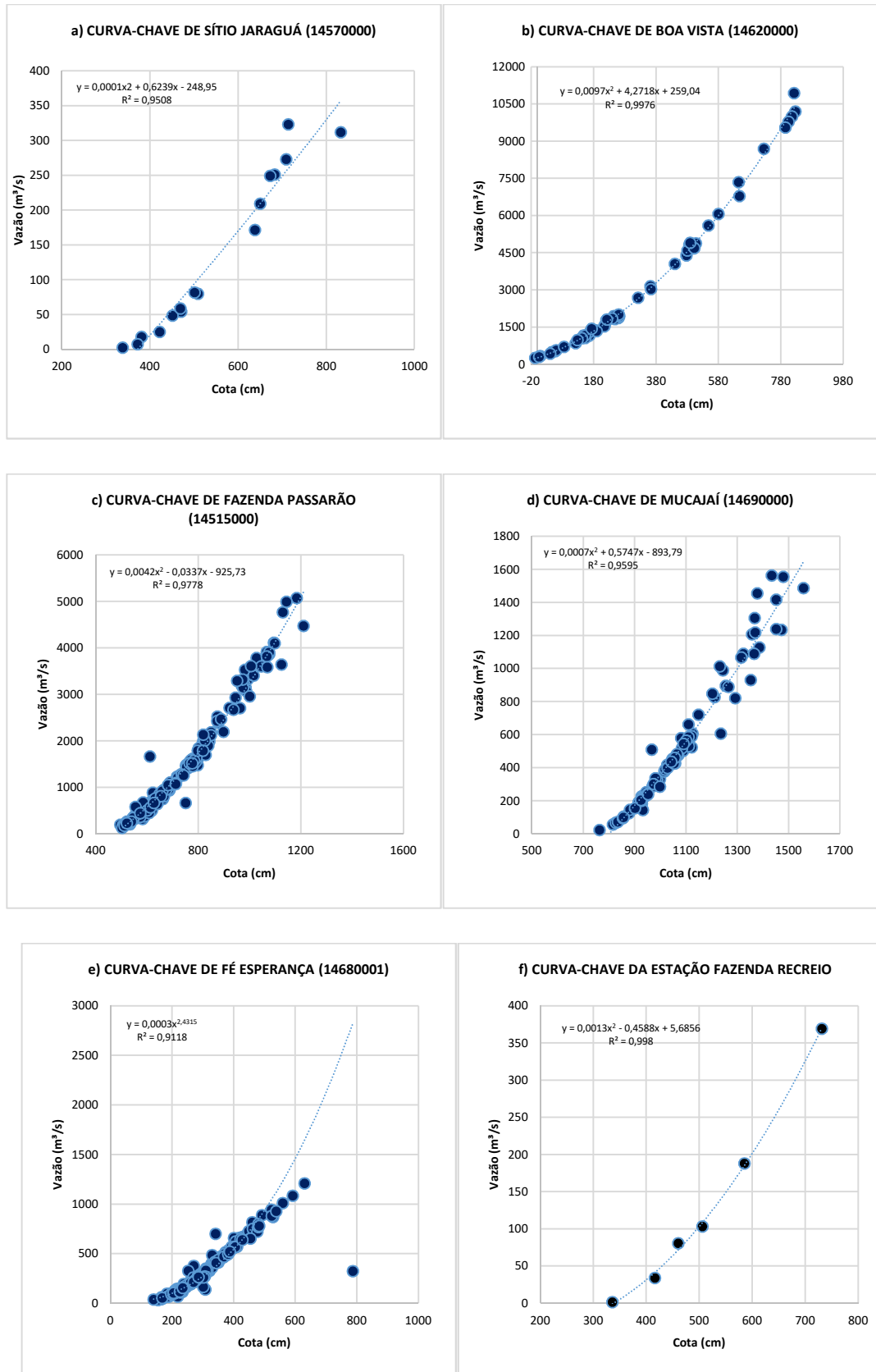
Fonte: O autor.

5.5.1 Curvas-chave das estações

Na curva-chave do rio Cauamé, em Sítio Jaraguá, construída a partir das medições efetuadas entre 2003 a 2009, vista na Figura 33a, observou-se que a menor vazão medida foi de 2,27m³/s, na cota 338cm, ocorrida em 11 de março de 2003, em plena estiagem. A vazão máxima medida foi de 322,98m³/s, na cota 714cm, ocorrida em 14 de agosto de 2004, no auge da cheia. Observou-se uma variação de descarga líquida de 320,71m³/s neste período. As tabelas com os dados para a construção das curvas-chave estão nos anexos do resumo de descarga líquida de cada estação no final deste trabalho.

A curva-chave do rio Branco, em Boa Vista, é mostrada na Figura 33b. Na construção da curva foram utilizadas medições de descarga líquida efetuadas entre 2012 a 2019. Notou-se que a menor vazão medida foi de 251,0m³/s, na cota -8,0cm, ocorrida em 24 de março de 2018, em plena estiagem. A maior vazão medida foi de 10940,0m³/s, na cota 822cm, ocorrida em 08 de julho de 2017, dentro do período de cheias. Definindo uma amplitude de descarga líquida de 10689,0m³/s. Notou-se que, a menor vazão foi no mesmo mês de Sítio Jaraguá.

Figura 33: Curva-chave das estações fluviométricas.



Fonte: O autor.

Fonte: Jean Oliveira (Profágua 2018).

A maior vazão ocorreu um mês antes de Sítio Jaraguá. Tal fato pode estar relacionado a diferença entre Tempo-Área das estações e pelo fato de o baixo Cauamé ser uma bacia urbana, que corta bairros populosos, onde podem ser criadas artificialmente áreas com retenção do escoamento em função de aterros, pontes e demais construções civis. O somatório destas perdas se reflete diretamente na redução da vazão média e no abatimento dos picos de cheia (ANA, 2020; STEINMETZ, 2017; BARNEZ, 2004; ESTEVES e MENDIONDO, 2003).

A curva-chave do rio Uraricoera, em Fazenda Passarão, é mostrada na Figura 33c. Foram utilizadas as medições de descarga líquida efetuadas entre 1977 a 2019. Observou-se que a menor vazão medida foi de $130,0\text{m}^3/\text{s}$, na cota 504, ocorrida em 16 de março de 1983m, durante a estiagem. A maior vazão medida foi de $5074,4\text{m}^3/\text{s}$, na cota 1184cm, ocorrida em 29 de junho de 2017, dentro do período das cheias, evidenciando uma diferença de $4944,4\text{m}^3/\text{s}$. A vazão mínima ocorreu no mesmo mês que Sítio Jaraguá. A máxima ocorreu no mês de junho, ou seja, 2 meses antes em relação a Sítio Jaraguá. Tal diferença pode estar relacionado a fatores como tempo de concentração, área de drenagem, aspectos fisiográficos e climáticos diferentes entre as bacias, além de ações antrópicas (TEODORO et al, 2007).

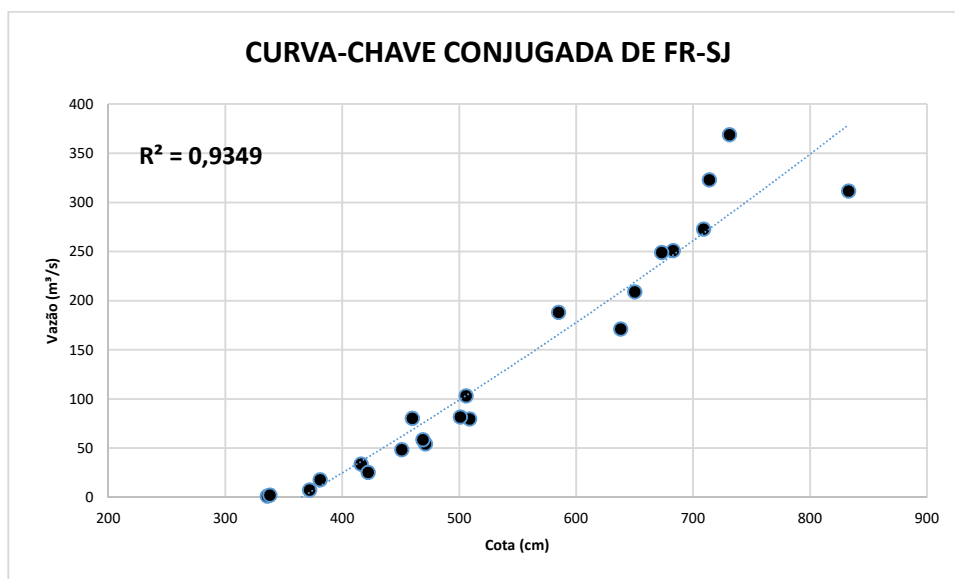
A curva-chave do rio Mucajaí, na estação Mucajaí, é mostrada na Figura 33d. Foram utilizadas as medições de descarga líquida efetuadas entre 1995 a 2019. Observou-se que a menor vazão medida no período foi de $23,1\text{m}^3/\text{s}$, na cota 763cm, ocorrida em 22 de março de 2016. A maior vazão medida na estação foi de $1563,0\text{m}^3/\text{s}$, na cota 1434cm, ocorrida dia 07 de junho de 2008. Nota-se uma diferença de descarga líquida de $1539,9\text{m}^3/\text{s}$. O mês com vazão mínima foi o mesmo que Sítio Jaraguá, já a maior vazão ocorreu um mês antes.

A curva-chave do rio Mucajaí, na estação Fé Esperança, é mostrada pela Figura 33e. Na construção da curva foram utilizadas medições de descarga líquida efetuadas entre 1973 a 2019. Observou-se que a menor vazão medida foi de $32,7\text{m}^3/\text{s}$, na cota 155cm, ocorrida em 17 de fevereiro de 1983. A maior vazão medida foi de $1207,0\text{m}^3/\text{s}$, na cota 630cm, ocorrida em 16 de maio de 1976. Nota-se uma diferença de descarga líquida de $1174,3\text{m}^3/\text{s}$. Este posto teve os extremos de vazão diferentes de Sítio Jaraguá, possivelmente, isto esteja relacionado as características fisiográficas e climáticas, além das intervenções antrópicas da bacia.

A curva-chave mostrada na Figura 33f é fruto das primeiras medições de descarga líquida já efetuadas na Fazenda Recreio, a qual pôde-se observar que a menor vazão foi de 1,25m³/s, na cota 336cm, ocorrida em 16 de abril de 2019 e, a maior vazão foi de 369,0m³/s, na cota 731cm, ocorrida em 14 de junho de 2019. A amplitude de vazão foi de 367,75m³/s, ou seja, um incremento de 47,04m³/s em relação a Sítio Jaraguá. Essa diferença pode estar ligada a posição das estações em relação ao rio Branco. Porém, para que a curva tenha maior representatividade e precisão é necessário que se execute uma série de medições de descarga devidamente espaçadas ao longo tempo e da oscilação normal do nível (GARCEZ e ALVAREZ, 1988).

Na Figura 34 é mostrada a curva-chave construída por simulação hidrológica, a partir da inserção dos dados de vazão de Fazenda Recreio nos dados de vazão de Sítio Jaraguá. Pôde-se verificar que ocorreu uma congruência entre as descargas líquidas, que foi confirmada pelo coeficiente de determinação, $R^2=0,93$. A simulação indicou uma homogeneidade alta e positiva entre os dois conjuntos de vazões.

Figura 34: Curva-chave da estação Fazenda Recreio (FR), obtida por simulação hidrológica com Sítio Jaraguá (SJ).



Fonte: O autor.

As curvas-chave de algumas estações tem mais dados que outras devido suas séries históricas serem maiores. As mais antigas são Fazenda Passarão, Fé

Esperança e Mucajaí. Boa Vista, Sítio Jaraguá e Fazenda Recreio tem série histórica bem menor.

A vazão média anual encontrada em Sítio Jaraguá pela razão entre a área da bacia e a chuva acumulada anual (Fórmula 4), foi de $130,593\text{m}^3/\text{s}$. Tal valor corroborou com a vazão média anual encontrada a partir dos valores de descarga líquida de Sítio Jaraguá, que foi de $135,186\text{m}^3/\text{s}$, tomados entre 2003 a 2009. Esse valor também corroborou com a vazão média existente até o momento em Fazenda Recreio, que foi de $129,275\text{m}^3/\text{s}$. Isto confirma a informação existente para a chuva acumulada no baixo rio Cauamé, que apesar de ter ficado abaixo das demais estações, demonstrou por esta avaliação, que é coerente para esta bacia. Só para efeito de informação o valor utilizado no cálculo para chuva acumulada em Sítio Jaraguá foi o mesmo de Fazenda Recreio, pois ambas estão localizadas no baixo rio Cauamé.

A Tabela 11 mostra o tempo de permanência em que as descargas líquidas das estações ficaram acima e abaixo das vazões médias durante o período de monitoramento. A variação de descarga acima da média em Fazenda Recreio ficou em 33% e 67% abaixo de média. Observou-se que as vazões abaixo da média perduram cerca de 20% a mais de tempo que as acima da média. O desvio-padrão das amostragens de Sítio Jaraguá, Boa Vista e Fazenda Passarão ficou em 3,88, o que confirma o provável controle hidrológico do sistema fluvial Branco-Uraricoera nas demais bacias hidrográficas (SANDER et al., 2014).

Geralmente, são necessários muitos anos de observação em uma estação fluviométrica para se descrever as características do padrão de fluxo de um rio (ARAÚJO e ROCHA, 2010). Neste sentido, em Fazenda Recreio a quantidade de medições de descarga líquida ainda é pouca até este momento para uma melhor comparação com Sítio Jaraguá, que tem uma série histórica maior. Mesmo assim, com as medições já realizadas em Fazenda Recreio, pôde-se observar pela Tabela 22, que a vazão média ficou bem próxima de Sítio Jaraguá, demonstrando que o comportamento hidrológico é similar entre elas.

Os valores de vazão acima e abaixo da média ajudam a entender o regime fluvial dos rios, ou seja, quando o percentual do tempo de permanência das vazões acima e abaixo da média apresentam valores próximos, ou quando os valores acima da média predominam, há indicativo de que a bacia pertence a uma região de clima

úmido e, quanto menor o valor acima da vazão média maior o indicativo de climas mais secos (SANDER, 2015).

Tabela 11: Análise comparativa do tempo de permanência das vazões (V) das estações.

Estações	Vazão média (m ³ /s)	V acima da média (%)	V abaixo da média (%)
Fazenda Recreio (Rio Cauamé)	129,275	33,34	66,66
Sítio Jaraguá (Rio Cauamé)	135,186	43,75	56,25
Boa Vista (Rio Branco)	3306,558	36	64
Fazenda Passarão (Rio Uraricoera)	1478,696	40,13	59,87
Mucajaí (Rio Mucajaí)	565,784	36,59	63,41
Fé Esperança (Rio Mucajaí)	321,38	42,78	57,22

Fonte: O autor.

5.5.2 Distribuição de níveis nas curvas de permanência de descarga

Na curva de permanência preliminar de vazões de Fazenda Recreio, vista na Figura 33f, foi possível observar, que existe 50% de probabilidade de ocorrer uma vazão de 103,0m³/s, durante as medições (Q₅₀). Esta vazão Q₅₀ de Fazenda Recreio ocorreu na cota 506cm. Porém, neste contexto, é necessário que se tenha mais observações coletadas ao longo de vários anos de registros, para que as séries hidrológicas sejam representativas da variabilidade presente no fenômeno hidrológico (NAGHETTINI e PINTO, 2007).

Os dados para a construção da curva de permanência de vazão de Fazenda Recreio são mostrados na Tabela 12. As tabelas das outras estações estão nos anexos no final desta pesquisa. Devido a quantidade de dados o valor de Q_{7,10} na Tabela 13 foi não definido (N/D).

Tabela 12: Dados da curva de permanência de Fazenda Recreio (14235200).

Ordem na série	Probabilidade de ocorrência	Vazão (m ³ /s)
1	17%	369
2	33%	188
3	50%	103
4	67%	80,5
5	83%	33,9
6	100%	1,25

Fonte: O autor.

A partir dos valores de descarga líquida da estação Sítio Jaraguá tomados entre 2003 e 2009, construiu-se a curva de permanência mostrada na Figura 35a, onde foi possível verificar em destaque, que a vazão Q_{50} , foi de $81,5\text{m}^3/\text{s}$. Esta vazão ocorreu na cota 501cm. A vazão Q_{50} de Sítio Jaraguá foi $22,0\text{m}^3/\text{s}$ menor que a de Fazenda Recreio ($103\text{m}^3/\text{s}$), porém medida em cota inferior. A vazão refere-se à quantidade de água que passa através de uma determinada área transversal do rio (Largura x Profundidade) por unidade de tempo (CHRISTOFOLETTI, 1981).

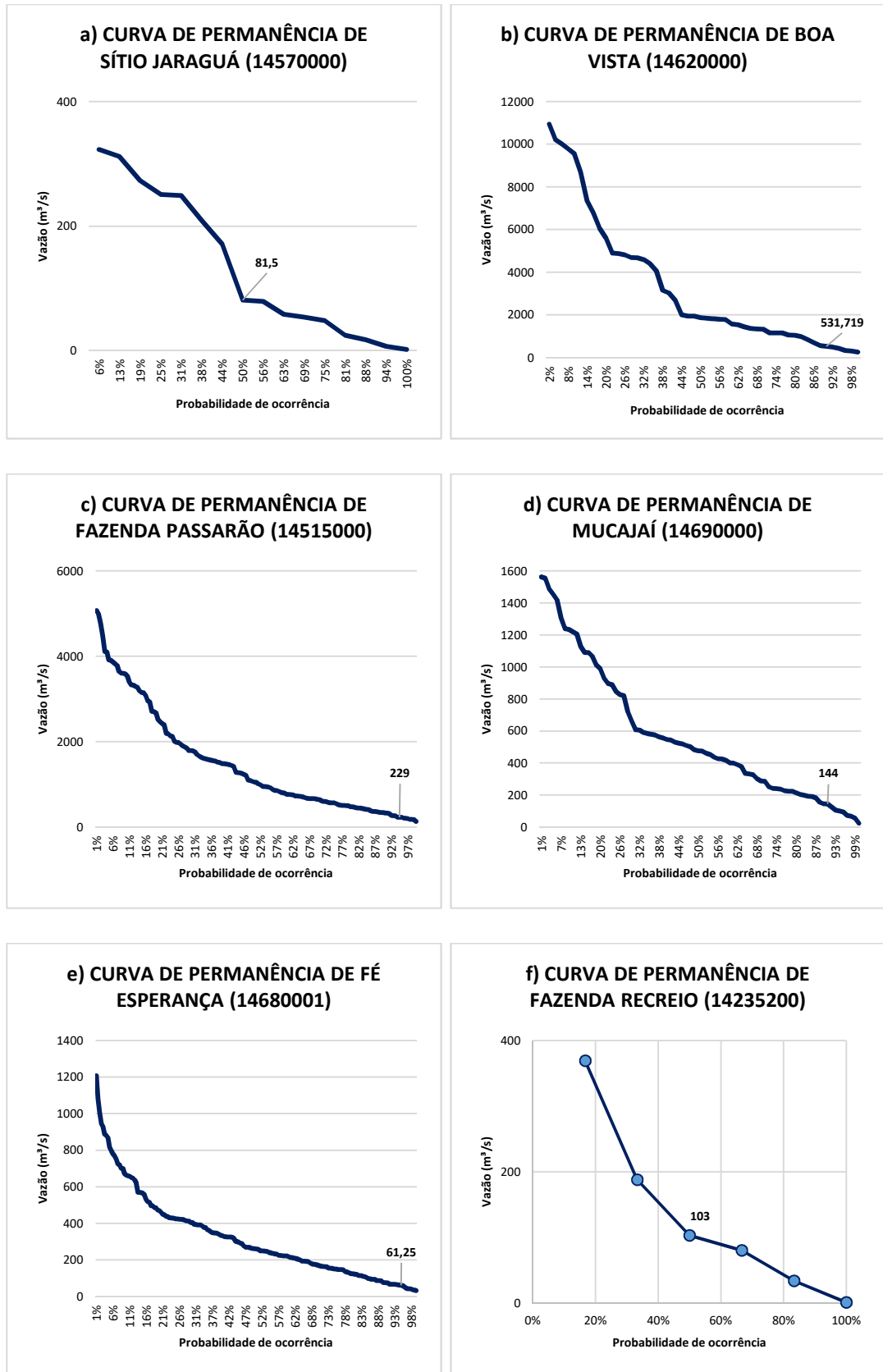
A vazão Q_{90} em Sítio Jaraguá foi tomada como 88% do tempo, e a Q_{95} como 94%, pois não havia parâmetros nestes valores de porcentagem nos dados analisados. A comparação com Fazenda Recreio ficou comprometida pois ainda não se tem uma série histórica suficiente para fazer uma analogia mais completa com Sítio Jaraguá.

As análises do tempo de permanência de descarga líquida foram estendidas para as demais estações, para que se tivesse uma noção dos valores de vazão mínima de referência em cada posto de monitoramento.

Na curva de permanência do rio Branco, em Boa Vista (Figura 35b), foi possível observar que a vazão de referência Q_{90} , foi de $531,719\text{m}^3/\text{s}$, ocorrida na cota 57cm. Na curva de permanência do rio Uraricoera, em Fazenda Passarão (Figura 35c), pôde-se notar em destaque, a vazão de referência Q_{95} , de $229,0\text{m}^3/\text{s}$, esta ocorreu na cota 523cm. Corroborando com a Q_{95} da estação Sítio Jaraguá nas vazões mínimas de referência da estiagem em abril, que foi de $7,331\text{m}^3/\text{s}$.

Na curva de permanência do rio Mucajaí, em Mucajaí (Figura 35d), verificou-se em destaque a vazão de referência Q_{90} , de $144,0\text{m}^3/\text{s}$, ocorrida na cota 931cm. Em Fé Esperança (Figura 35e), a curva de permanência mostrou que a vazão de referência Q_{95} foi de $61,25\text{m}^3/\text{s}$, ocorrida na cota 174cm. Essas vazões mínimas de referência corroboraram com Sítio Jaraguá, quanto a ocorrência durante a estiagem entre março e abril.

Figura 35: Curva de permanência das vazões nas estações.



Fonte: O autor.

Fonte: Jean Oliveira (Profagua 2018).

A nível de curiosidade, a vazão de referência Q_{50} em Fazenda Recreio foi equivalente a cota de referência C_{25} , da curva de permanência de cotas médias diárias desta estação. A Q_{90} em Boa Vista foi equivalente a C_{82} . A Q_{95} em Fazenda Passarão correspondeu a C_{99} . A Q_{90} em Mucajaí foi equivalente a C_{70} . Já a vazão Q_{95} de Fé Esperança equivaleu a C_{97} da sua curva de permanência de cotas médias.

Na Tabela 13 observa-se as vazões de referência obtidas a partir das curvas de permanência e vazões médias mínimas das estações.

Tabela 13: Vazões de referência das estações fluviométricas.

ESTAÇÃO	RIO	Vazão Q_{50} (m ³ /s)	Vazão Q_{90} (m ³ /s)	Vazão Q_{95} (m ³ /s)	Vazão $Q_{7,10}$ (m ³ /s)
Boa Vista	Branco	1864	531,72	330	182,973
Fazenda Passarão	Uraricoera	1048	329,18	229	167,9322395
Mucajaí	Mucajaí	477	144,0	94,5	36,08294495
Fé Esperança	Mucajaí	261	75,9	61,25	64,07236327
Fazenda Recreio	Cauamé	103	~20	~10	N/D
Sítio Jaraguá	Cauamé	81,5	17,889	7,331	3,207

Fonte: O autor.

Na Tabela 13 as vazões mínimas de referência Q_{90} e Q_{95} de Fazenda Recreio foram estimadas pelo gráfico cartesiano ($\sim 20\text{m}^3/\text{s}$ e $\sim 10\text{m}^3/\text{s}$, respectivamente), pois existem poucos dados de vazão da estação, por esse motivo também, não se tem a vazão mínima de 7 dias consecutivos com tempo de retorno de 10 anos. A vazão mínima média móvel de 7 dias desta estação foi definida por simulação hidrológica, a partir da Fórmula 5, e foi de $-0,204\text{m}^3/\text{s}$ (Anexo N).

Na análise de vazões mínimas de referência para o baixo rio Cauamé, os valores encontrados para Sítio Jaraguá foram mais representativos, pois a série utilizada no estudo foi maior, de 2003 a 2009. Por esse motivo, no caso de avaliação para critérios de outorga de direito de uso das águas do baixo rio Cauamé, neste momento, as vazões mínimas de referência de Sítio Jaraguá podem ser utilizadas pelo gestor público nas tomadas de decisão quanto a este instrumento da PNRH. Em relação a Fazenda Recreio, por ser automatizada e se encontrar em pleno funcionamento, deve se tornar a estação de referência em poucos anos. Os dados de ambas para a implementação da PNRH na bacia do rio Cauamé são fundamentais, pois corroboram o que Naghettini e Pinto (2007) afirmam, que o emprego da curva de

permanência de vazões para o planejamento e projeto de sistemas de recursos hídricos e, também, como instrumento de outorga de direito de uso da água.

Dentro deste contexto, a vazão mínima de referência é o estabelecimento de um valor de vazão que passa a representar o limite superior de utilização da água em um curso d'água e é, também, um dos critérios para outorga de uso de recursos hídricos, segundo Pinto (2006). A aplicação do critério de vazão de referência, segundo Harris et al. (2000), constitui-se em procedimento adequado para a proteção dos rios, pois as alocações para derivações são feitas, geralmente, a partir de uma vazão de base de pequeno risco.

5.6 RELAÇÃO DE COTA-CHUVA: EVENTOS EXTREMOS

A análise gráfica do comportamento do NA em relação a precipitação ocorrida no baixo rio Cauamé, em Fazenda Recreio, é mostrada na Figura 36a. Nesta representação gráfica observou-se os maiores NA do rio durante o período chuvoso entre os meses de maio/2019 a setembro/2019. Além disso, foi possível verificar a resposta do NA a eventos extremos de chuva, tal como o ocorrido dia 17 de novembro de 2019 (em destaque pelo círculo preto), em plena estiagem. Verificou-se também, o comportamento do rio Cauamé praticamente estagnado, entre as classes 300cm e 400cm, durante o período da seca nos meses de janeiro/2020 a abril/2020. Esta dinâmica é importante para se ter uma noção da descarga do rio frente à entrada de água no sistema. Isto mostra que a relação entre chuva e vazão pode fornecer informações importantes para melhor compreender o comportamento hidrológico em uma bacia hidrográfica, como afirma Chierice Jr (2013).

Neste contexto verifica-se em Barnez (2004) que, quanto menor a área da bacia, maiores são os efeitos, durante eventos de precipitação. Em bacias maiores, a retenção natural das águas pluviais suaviza as consequências da variação de intensidade, tornando desprezível sua influência sobre a descarga líquida.

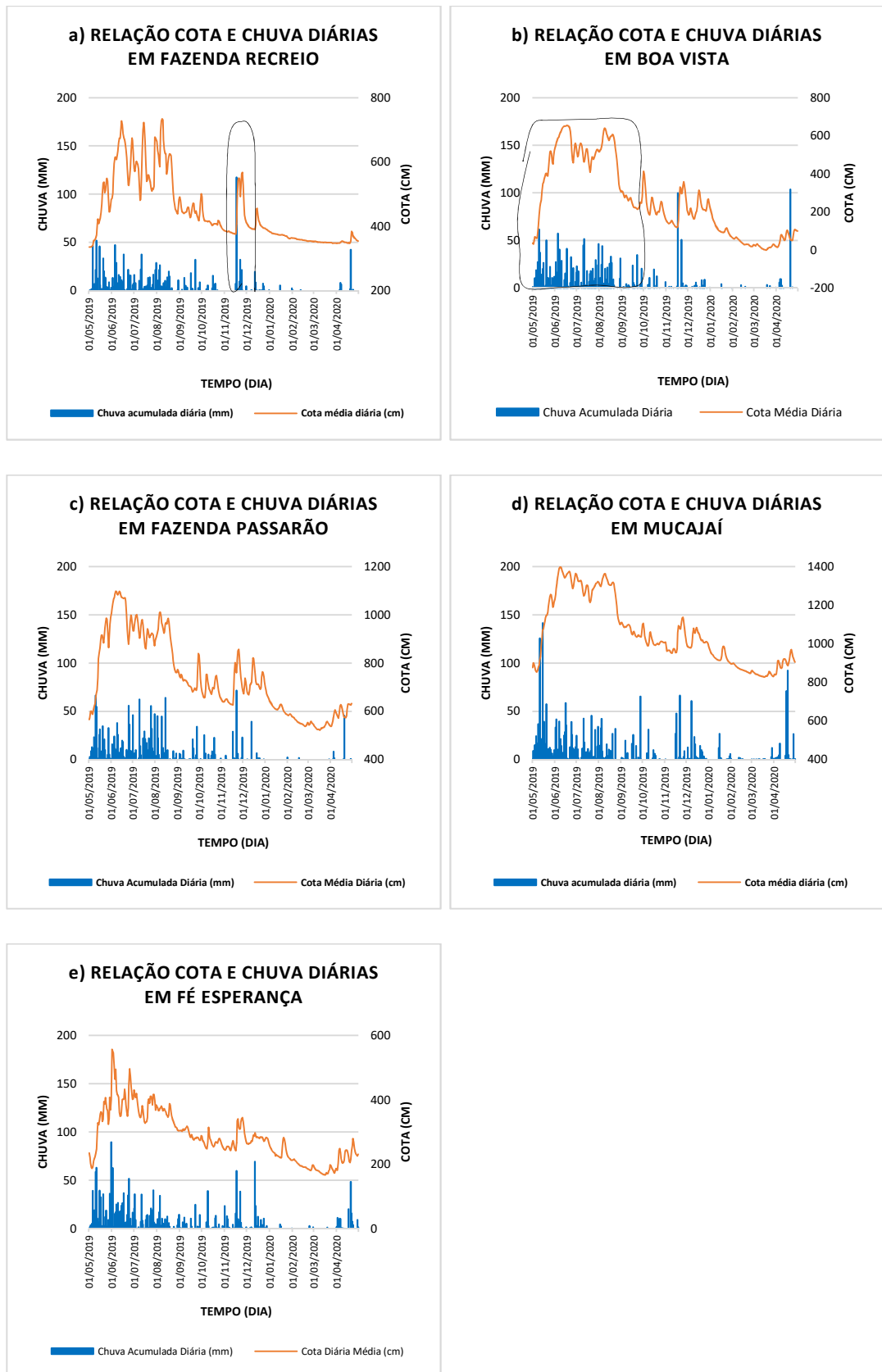
Em Fazenda Recreio ainda ocorreram eventos extremos de chuva que produziram a elevação do NA, durante a estiagem, nos meses de outubro/2019, novembro/2019, dezembro/2019 e abril/2020 (Figura 36a). Neste contexto, analisaram Sander, et al. (2014), que a estação seca nesta região é bastante prolongada, com

exceção de pequenos períodos chuvosos, com duração de alguns dias a poucas semanas, que quebram a monotonia hidrológica da estiagem.

No rio Branco, em Boa Vista, foi possível verificar pela Figura 36b (em destaque pela linha preta), a resposta do NA ao período de maior pluviosidade dentro dos meses de maio/2019 a setembro/2019, corroborando com o baixo Cauamé, em Fazenda Recreio. Tal fenômeno, em que praticamente não existe um intervalo de retardo entre o pico da precipitação e a resposta do aumento do nível da água, relaciona-se à saturação da vegetação, o que atenua o seu efeito de interceptação, ao preenchimento das depressões do solo e ao encharcamento do solo, com o nível freático elevado devido ao auge da estação chuvosa (SANDER et al. 2014; TUCCI, 1997). Este fenômeno também já havia sido observado em Sander (2015).

O rio Uraricoera, observado na representação gráfica da Figura 36c, em Fazenda Passarão, demonstrou o mesmo padrão de resposta do nível do rio ao aumento da precipitação apresentado em Boa Vista, principalmente entre o período de maio/2019 a agosto/2019, que foi o mais chuvoso. Nesta estação ocorreram eventos extremos de chuva durante o período de estiagem, que elevaram o NA nos meses de outubro/2019, novembro/2019, dezembro/2019 e abril/2020, tal qual Fazenda Recreio.

Figura 36: Gráfico conjugado de cota e chuva diárias das estações.



Fonte: O autor.

Os gráficos de cota e chuva mostrados nas Figuras 36d e 36e, são os das estações Mucajaí e Fé Esperança, no rio Mucajaí, onde foi possível observar os meses mais chuvosos e de cotas mais altas, concentrados principalmente entre maio/2019 e setembro/2019, corroborando com o padrão visto em Fazenda Recreio para o período mais cheio do rio, de acordo com o valor da mediana das cotas mensais. Nas estações também ocorreram eventos extremos em outubro/2019, novembro/2019, dezembro/2019 e abril/2020, demonstrando a mesma avaliação hidrológica feita para Fazenda Recreio durante a estiagem.

6 CONCLUSÃO

A execução desta pesquisa científica foi realizada no período de maio/2019 a abril/2020, e teve o intuito de fornecer informações sobre a hidrologia da bacia do baixo rio Cauamé, que era carente de um monitoramento diário, como também descrever a tendência hidrológica deste trecho da bacia, para que sirva de alicerce para realização de pesquisas mais aprofundadas no futuro.

O baixo rio Cauamé não tinha uma estação de monitoramento em tempo real que auxiliasse aos órgãos gestores de recursos hídricos quanto a esse importante manancial urbano da cidade de Boa Vista, sendo que a continuidade da mesma, cuja implantação fez parte das iniciativas para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, é de suma importância para as ações que dizem respeito a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

As análises efetuadas a partir dos dados adquiridos na estação de monitoramento em Fazenda Recreio mostraram que provavelmente a bacia do baixo rio Cauamé siga a tendência do sistema fluvial principal, que é Branco-Uraricoera. O ciclo que envolve o período das cheias no rio Cauamé se mostrou similar aos sistemas, seguindo a tendência da maior bacia.

Pelas análises realizadas a partir de dados fluviométricos de Fazenda Recreio, Boa Vista e Fazenda Passarão, em relação a cota média mensal, observou-se uma oscilação recorrente da cheia dos rios, iniciada em meados de maio/2019 e declínio a partir de meados de agosto/2019. Isso leva a crer que o sistema hidrológico Branco-Uraricoera, possivelmente, desempenhe um controle das bacias hidrográficas adjacentes, pois representa o nível de base dos tributários, que é o local de menor elevação em relação aos trechos de captação, do chamado alto rio Branco.

A análise gráfica (mediana das cotas médias mensais) feita em Boa Vista e Fazenda Passarão, em relação a Fazenda Recreio, mostrou um mesmo comportamento hidrológico. Tal fato indicou que a bacia do rio Cauamé, em Fazenda Recreio, quanto a esta variável, seguiu a mesma tendência hidrológica do sistema Branco-Uraricoera.

A mesma análise comparativa com base na mediana das cotas mensais permitiu concluir ainda que os meses mais secos em Fazenda Recreio e em todas as outras estações, ficaram entre outubro/2019 a abril/2020, juntamente com o período

de transição entre outubro/2019 e dezembro/2019, ou seja, o comportamento hidrológico do baixo rio Cauamé foi congruente com as demais bacias no período da estiagem.

A análise da amplitude dos rios mostrou que a média aritmética dos valores de NA nas estações foi de 518,4cm, o desvio padrão dessa variável ficou em 117,7cm e o coeficiente de variação (CV) do conjunto amostrado foi de 0,227. Demonstrando que ocorreu uma congruência na relação entre o nível máximo (cm) e o nível mínimo (cm) alcançados pelos mananciais das estações durante o ano, nesta parte do alto rio Branco.

O mês de março/2020 foi o que apresentou os níveis de água mais baixos em todas as estações, ou seja, foi o mais severo da estiagem. O nível do rio Cauamé, em Fazenda Recreio, neste mês oscilou na casa de 345cm e 355cm. A análise feita a partir das curvas de permanência das cotas médias diárias mostrou que o nível de referência C_{90} , em Fazenda Recreio, foi de 350cm, ocorrido neste mês.

Pelo método duplo-acumulativo verificou-se a relação de congruência hidrológica entre Fazenda Recreio e as demais estações, quanto as cotas médias diárias, que demonstrou uma correspondência positiva e alta entre as estações fluviométricas, evidenciada pelo coeficiente de determinação, $R^2=0,94$.

A partir de análises nos cotagramas da estação Sítio Jaraguá de 2002 a 2007, foi possível observar que o período de cheia no baixo rio Cauamé ocorreu entre os meses de maio a setembro e o período de baixa do rio ocorreu de outubro a abril, o que corroborou a informação produzida pela estação telemétrica da Fazenda Recreio, quanto a estes eventos extremos. Neste sentido, a análise gráfica utilizando-se o método duplo-acumulativo, confirmou a relação alta e positiva das cotas médias mensais entre as estações Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá. O coeficiente de determinação desta relação ficou em $R^2=0,92$, o que confirmou a informação das características hidrológicas de Fazenda Recreio e Sítio Jaraguá, que se assemelharam em todo período sazonal.

As medições de descarga líquida de Sítio Jaraguá foram utilizadas para definição da curva-chave do baixo rio Cauamé, pois tem série histórica maior que Fazenda Recreio. A curva foi construída a partir das medições efetuadas entre 2003 a 2009, e nela observou-se que a menor vazão medida nesta estação foi de $2,27\text{m}^3/\text{s}$,

na cota 338cm, ocorrida em 11 de março de 2003. A vazão máxima medida foi de 322,98m³/s, na cota 714cm, ocorrida em 14 de agosto de 2004. Observou-se uma variação de descarga líquida de 320,71m³/s, no baixo rio Cauamé, neste período. Tal valor pode servir de base para futuros estudos de disponibilidade hídrica desse manancial.

A vazão média anual encontrada no baixo rio Cauamé, em Sítio Jaraguá, calculada em função da área da bacia e da chuva acumulada anual foi de 130,593m³/s, o que corroborou com a vazão média anual encontrada a partir dos valores de descarga líquida nesta estação, que foi de 135,186m³/s. Além disso, a vazão média de Fazenda Recreio ficou em 129,275m³/s. Demonstrando com isso a congruência dessa variável nas estações monitoradas nesta parte da bacia hidrográfica.

No que diz respeito a vazões de referência, as análises feitas a partir dos valores de descargas líquidas no baixo rio Cauamé, na estação Sítio Jaraguá, entre 2003 e 2009, possibilitaram determinar as vazões Q₅₀, de 81,50m³/s; Q₉₀, de 17,9m³/s; Q₉₅, de 7,33m³/s e; Q_{7,10}, de 3,21m³/s. Estes resultados, que ainda podem ser aprimorados pela manutenção da estação Fazenda Recreio, podem auxiliar nos estudos de futuros projetos que necessitem outorga de direito de uso da água no rio Cauamé.

As análises dos dados de precipitação das estações, possibilitaram a determinação na estação Fazenda Recreio, de um total acumulado de chuva no ano de 1410,4mm e, em Boa Vista de 1981,2mm, em Fazenda Passarão de 1836,0mm, em Mucajaí de 2489,0mm e, em Fé Esperança de 2068,8mm. Dentro destas análises ainda foi possível definir os valores das chuvas médias diárias das estações, que ficaram assim: Fazenda Recreio, 3,85mm/dia/ano; Boa Vista, 5,41mm/dia/ano; Fazenda Passarão, 5,02mm/dia/ano; Mucajaí, 6,8mm/dia/ano e; Fé Esperança, 5,65mm/dia/ano. Confirmando que a bacia do baixo rio Cauamé recebeu menos precipitação diária durante o ano em relação as outras bacias hidrográficas.

Pela pesquisa foi possível monitorar a maior precipitação ocorrida no período no baixo rio Cauamé, na estação Fazenda Recreio, que foi de 117,4mm, em 17 de novembro de 2019. Este resultado pode servir da base para futuros estudos que envolvam eventos extremos, pois nele foi possível verificar a resposta do nível do rio Cauamé a entrada dessa forte precipitação no sistema.

A pesquisa mostrou que o período chuvoso entre maio/2019 a setembro/2019, foi comum nas estações Fazenda Recreio, Boa Vista e Mucajaí. O mês mais chuvoso em Fazenda Recreio foi maio/2019, o mesmo em Mucajaí e Fé Esperança.

Com base na análise estatística da mediana das chuvas acumuladas mensais, verificou-se que os 6 meses mais chuvosos no baixo rio Cauamé, em Fazenda Recreio, ocorreram no período entre maio/2019 e setembro/2019, juntamente com o mês de novembro/2019. Verificou-se que os meses menos chuvosos em todas as estações foram outubro/2019, dezembro/2019, janeiro/2020, fevereiro/2020 e março/2020. Sendo que o trimestre mais seco entre todas as estações foi janeiro/2020, fevereiro/2020 e março/2020. A severidade da estiagem em Fazenda Recreio no mês de março/2020, foi comprovada pela precipitação pluviométrica mensal que foi de 0,0mm, o que confirmou o mês com níveis de água mais baixos, no baixo Cauamé.

Pelas análises pluviométricas foi possível definir que o período chuvoso em Fazenda Recreio representou, 89,15%, do total acumulado e o período de estiagem representou, 10,85% do total. As outras estações, também ficaram neste patamar no período chuvoso, entre 80 e 90%, enquanto na estiagem variaram entre 10 a 20% do total acumulado. Isto mostrou que o percentual equivalente de chuva acumulada nos períodos sazonais foi homogêneo entre as estações da pesquisa.

A análise comparativa feita a partir das chuvas diárias de Fazenda Recreio e a média das chuvas diárias das demais estações, utilizando o método duplo-acumulativo permitiu concluir que houve congruência entre as estações quanto essa variável, que foi evidenciada pelo coeficiente de determinação alto e positivo, $R^2=0,89$.

Esta pesquisa irá auxiliar os órgãos gestores de recursos hídricos do estado de Roraima, no sentido de fornecer as informações necessárias, que permitam avaliar a disponibilidade e o déficit hídricos, bem como o comportamento hidrológico da bacia do baixo rio Cauamé, permitindo assim, que se tenha em mãos elementos técnico-científicos indispensáveis ao desenvolvimento do processo de gestão hídrica, que envolvem os vários usos da água, previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos**. Brasília: ANA, SOF, 2010, 71 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Especificações Técnicas-Plataforma de Coleta de Dados-PCDs**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Hidrologia Básica**. Disponível em: <https://capacitação.ana.gov.br/hidrologiabasica>. Acessado em 11.08.2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Sistema de informações sobre recursos hídricos/Hidroweb (ANA)**. Disponível em <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>. Acessado em 25.05.2020.
- ALVES, A. et al. **Análise de dados hidrológicos na região do município de Alfredo Wagner/SC**. 1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul, 1º Simpósio de águas da AUGM, 2006.
- ANDRADE, L.F. **Análise espaço-temporal do escoamento fluvial nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, Oeste Paulista**. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, 2014.
- ARAÚJO, A.P.; ROCHA, P.C. **regime de fluxo e alterações hidrológicas no Rio Tibagi, bacia do Rio Paranapanema, Alto Paraná**. Revista de Geografia. Recife: Universidade Federal de Pernambuco-DCG/NAPA, v. especial, VIII SINAGEO, n. 3, setembro 2010.
- BARNEZ, A.S. **Análise da influência do intervalo de tempo de registro de dados de linígrafos e pluviógrafos em estudos hidrológicos de pequenas bacias hidrográficas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF, 2004, 118p.
- BARROSO, J.A.V. **Diagnóstico ecológico-econômico da bacia do Rio Cauamé no estado de Roraima, com a utilização de sistema de informações geográficas para o desenvolvimento sustentável**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Roraima, 2009.
- BARTORELLI, A. et al. **Geologia do Brasil**. Patrocinado por Petrobras, São Paulo: Beca, 2012. 900p.
- BRASIL. **Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p 29514.
- BRUNINI, O. **Rede meteorológica de superfície do estado de São Paulo**. Disponível em: <http://infobibos.com/Artigos/RedeMeteorologica/Rede.htm>. Acessado em 26.06.2020.
- CARVALHO, T.M. **Caracterização hidrogeomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Branco, estado de Roraima, Brasil**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, UFCE, 2018.

CARVALHO, J.R.M.; CURI, W.F. **Sistemas de indicadores para a gestão de recursos hídricos em municípios: uma abordagem através dos métodos multicritério e multidecisor.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, GeDR, v.12, p.374-398, mai-ago/2016, Taubaté, SP.

CARVALHO, T.M.; MORAIS, R.P. **Aspectos hidrogeomorfológico do sistema fluvial do baixo Rio Uraricoera e alto Rio Branco como subsídio à gestão de terras.** Revista Geografias (Artigos Científicos), Belo Horizonte, 01 de julho a 31 de dezembro, vol. 10, n.2, 2014.

CARVALHO, H.P.; SANTOS RUIZ, M.V. **Avaliação das consistências de séries históricas de chuva da bacia hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, Volume 12, Número 06, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial.** Volume 1. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CHIERICE JR, N. **Análise da chuva e vazão na bacia hidrográfica do rio Pardo.** Tese (doutorado), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2013.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. **Ajuste multiobjetivo dos parâmetros de um modelo hidrológico.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 8, n. 3, pp 27-39, julho/setembro 2003.

COLLISCHONN, W.; KOBAYAMA, M. **A hidrologia da cabeça d'água (1): Ocorrências e observações no Brasil.** XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 24 a 29 de novembro de 2019, Foz do Iguaçu.

COSTA, J.A.V.; FALCÃO, M.T.; SOUZA; V. **Expressão geomorfológica dos alinhamentos serranos que delimitam os limites do Hemigráben do Tacutu, no estado de Roraima.** Contribuições à Geologia da Amazônia. Vol. 6. X Simpósio de Geologia da Amazônia, Porto Velho, 11 a 15 de novembro 2007.

COSTA, P.; XAUD. H.; MOURÃO, M. **Florística de uma capoeira em área de transição, no município de Mucajaí, no estado de Roraima (2005).** Disponível em: "seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiceb/resumos/1086a. Acessado em 26.08.2020.

CRUZ, J. C.: TUCCI, C. **Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 13, n. 1, jan/mar 2008, 111-124.

DELEVATI, M.D. et al. **Análise de dados hidrológicos de uma bacia hidrográfica.** 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 4 a 8 de outubro 2015, Rio de Janeiro.

ELETROBRÁS (Centrais Hidrelétricas Brasileiras/S.A.) **Metodologia para regionalização de vazões.** 202p., Rio de Janeiro, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Caracterização do rebanho bovino no município de Mucajaí, no estado de Roraima.** Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, dezembro 2009.

ESTEVES, R.L.; MENDIONDO, E.M. **Análise comparativa entre equações e observação do tempo de concentração em uma bacia urbana de São Carlos, SP.** XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, nov. 2003.

FABRÍCIO, G.M.I.; VENIZIANI Jr, J.C.T.; KAISER, I.M. **Análise dos dados pluviométricos da estação hidrometeorológica da FATEC-JAHU**. Anais do 4º Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Fatec, Jahu, 2010.

FAN, F. M.; RAMOS, M. H.; COLLISCHONN, W. **Sobre o uso de previsões hidrológicas probabilísticas para a tomada de decisão**. RBRH-Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 20, n. 4, p. 914-926, outubro/dezembro 2015, Porto Alegre.

FERREIRA, D.M.; FERNANDES, C.V.S.; KAVISKI, E. **Curvas de permanência de qualidade de água como subsídio para o enquadramento de corpos d'água a partir de modelagem matemática em regime não permanente**. RBRH, Porto Alegre-RS, v.21, n.3, p 479-492, julho/setembro 2016.

FOLHA DE BOA VISTA: **Imagem de trecho da bacia do Rio Cauamé, em Boa Vista**. Foto IGEO/Hydros. Disponível em: <https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES>. Acessado em 25.07.2020.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. 2. ed. revisada e atualizada, São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

GASQUES, A.C.F. et al. **Regionalização de vazões mínimas: breve revisão teórica**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, volume 14, n. 2, p. 60-70, julho/dezembro 2018.

HARRIS, N.M. et al. **Classification of river regimes: a context for hydroecology**. Hydrological processes. 2000, v.14, p.2831-2848.

HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. Patrocinado por Petrobras, São Paulo: Beca, 2012. 900p.

IBGE (2020). **Banco de informações ambientais-BDIA**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acessado em 03.08.2020.

IBGE (2020). **Banco de informações ambientais-BDIA**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acessado em 03.08.2020.

IBGE (2020). **Banco de informações ambientais-BDIA**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acessado em 05.08.2020.

IBGE (2020). **Banco de informações ambientais-BDIA**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetação>. Acessado em 05.08.2020.

LEMOS, C. E. F.; VIEIRA, M. I. S.; FERRAZ, R. R. **Compartimentação hidrográfica da bacia de drenagem do rio Branco, estado de Roraima, Brasil, por meio da base hidrográfica ottocodificada**. ACTA Geográfica, Boa Vista, volume 11, n.26, maio/agosto 2017, pp 35-53.

LOURENÇO, M. **Foto do balneário do Rio Cauamé, em Boa Vista, Roraima**. Acessado por: [http://www.tyba.com.br/balneario do rio Cauamé](http://www.tyba.com.br/balneario%20do%20rio%20Cauam%C3%A9). Acessado em 25.07.2020.

MAGALHÃES, R.M. et al. **Dinâmica fluvial na transição do ciclo de estiagem-cheia do rio Cauamé, em Boa Vista/RR, com base em dados de uma estação telemétrica hidrometeorológica**. VII Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas. 02 a 05 de outubro de 2019, Manaus/AM, Brasil.

MALUTTA, S. et al. **Monitoramento hidrológico da bacia hidrográfica no Campus da UFSC em Joinville utilizando da plataforma Eposmote III**. XXII SBRH, Florianópolis-SC, 2017.

MELO, V.F. et al. **Caracterização química e mineralógica de solos e paleossolo das Formações Boa Vista e Apoteri, RR**. Contribuições à Geologia da Amazônia. Volume 6. X Simpósio de Geologia da Amazônia, Porto Velho, 11 a 15 de novembro de 2007.

MENDIONDO, E. M.; TUCCI, C. E. M. **Escalas hidrológicas. I: Conceitos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 2, n.1, p. 59-122, 1997.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MICHELOTTI, D. **Disponibilidade hídrica de pequenas bacias hidrográficas na região central do Rio Grande do Sul: Indicadores regionais**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, RG, 2015.

MIRANDA, G.M. **Indicadores do potencial de gestão municipal de recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Câmpus Rio Claro, Rio Claro, São Paulo, 17 de agosto 2012.

MORAES, L.F.; CABONGO, O.; POLETO, C. **Avaliação da rede de monitoramento de uma bacia hidrográfica do Rio Grande do Sul, Brasil**. Acta Brasiliensis 2(2): 74-79, 2018.

MORAIS, R.P.; CARVALHO, T.M. **Aspectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima**. São Paulo, UNESP, Geociências, vol. 34, n. 1, pag. 55-68, 2015.

MOTA, A.A. et al. **Instalação de uma pequena bacia experimental florestal: estudo de caso da bacia do rio Araponga**. Eng Sanit Ambient, v.22, n.1, p 73-80, jan/fev 2017.

NAGHETTINI, M.; ANDRADE PINTO, E.J. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2007.

OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, T.M. **Vulnerabilidades aos impactos ambientais da bacia hidrográfica do Rio Cauamé em decorrência da expansão urbana e uso para lazer de suas praias**. Revista Geográfica Acadêmica, v.8, n.1, p.61-80, vii, 2014.

OLIVEIRA, J.N.; CHAUDRH, F.H. **Métodos geoestatísticos na determinação de isoietas a partir de dados pluviométricos**. XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Recife, v.a, p.13 a 19, 1995.

OLIVEIRA, F.A. et al. **Uso de modelo hidrodinâmico para determinação de vazão a partir de medições de nível**. RBRH, Porto Alegre-RS, v.21, n.4, p 707-718, out/dez 2016.

OLIVEIRA, K.P. et al. **Vazões mínimas de referência Q95, Q90 e Q7,10 para a bacia do rio Jequitinhonha, Minas Gerais**. V Jornada Acadêmica da Engenharia Agrícola e Ambiental, Sinop, UFMT, 2017.

PACA, V.H.M. **Análise de informações satelitais e dados convencionais da rede pluviométrica como contribuição a modelagem hidrológica na região Amazônica- Estudo de caso: Bacia do Rio Guamá, no estado do Pará.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

PAIVA, R.C.D.; COLLISCHONN, W. **Uma agenda de pesquisa integrada da hidrologia da América do Sul.** XXII Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos, Florianópolis, 2007.

PINHEIRO, M.N.M. et al. **O padrão urbano como determinante do grau de risco das áreas ocupadas nas proximidades do Rio Cauamé: praia da Ponte, do Curupira, da Polar e do Caçari.** Revista Geonorte, Edição Especial, Vol 1, nº 4, p. 880-889, 2012.

PINTO, J.A.O. **Avaliação de métodos para a regionalização de curvas de permanência de vazões para a bacia do rio das Velhas.** 219 f., enc.: il. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, UFMG, 2006.

PINTO, L.C. et al. **Análise de distribuições de probabilidade e estimativa da Q7,10 para a região do Rio Itabapoana, Espírito Santo/Rio de Janeiro.** XIX Congresso de Pós-Graduação da UFLA, de 27 de setembro a 01 de outubro 2010.

PONTES, V.C. **Análise comparativa dos hidrogramas de saída da bacia do riacho Reginaldo quanto a discretização espacial.** Dissertação (mestrado em recursos hídricos e saneamento). Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió, 2019.

REIS, S.S. **Influência da densidade e da altura de edificações na transformação de precipitação-escoamento utilizando chuva simulada em modelo reduzido de bacia hidrográfica urbana com diferentes declividades.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2015.

REIS, J.B.C.; PONS, N.A.D.; LOPES, E.S.S. **Monitoramento e alerta de inundação no município de Itajubá (MG) por regressão polinomial.** São Paulo, UNESP, Geociências, v.35, n.1, p 134-148, 2016.

REIS NETO, R.A. dos. **Geomorfologia e neotectônica da bacia do Rio Cauamé.** 2007, 86f: il. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2007.

RIKER, S.R.L.; HORBE, A.M.C. **Sedimentos holocênicos da região de Boa Vista, Roraima, para indústria de cerâmica vermelha.** Contribuições à Geologia da Amazônia, vol. 5. IX Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém, 19 a 23 de março de 2006.

RIBEIRO, T.B. et al. **Estimativa das vazões mínimas de referência (Q7,10, Q95 e Q90) anuais e semestrais para a bacia do rio Branco.** XXII SBRH, Florianópolis, 2017.

RORAIMA (2006). **Lei nº 547, de 23 de junho de 2006.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Roraima, 2006.

RORAIMA (2007). **Decreto Lei nº 8123-E, de 12 de julho de 2007.** Regulamenta a Lei nº 547, de 23 de junho de 2006, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos

Hídricos e institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário oficial do estado de Roraima, nº 617.

SALDANHA, C.B.; COLLISCHONN, W.; MARQUES, M. **O evento de chuva intensa de janeiro de 2009 sobre a região de Pelotas-RS**. Revista Brasileira de Recursos Hídrico, Volume 17, n. 2, p. 255-265, abr/jun, 2012.

SANDER, C. et al. **Cheias do Rio Branco e eventos de inundação na cidade de Boa Vista, Roraima**. ACTA Geográfica, Vol. 6, n. 12, pp. 41-57, mai/ago de 2012, Boa Vista.

SANDER, C. et al. **Características do transporte de sedimentos em suspensão na bacia do Rio Branco, estado de Roraima**. ACTA Geográfica, Vol. 8, n. 17, pp. 71-85, abr/ago de 2014, Boa Vista.

SANDER, C. **Geomorfologia da planície aluvial do alto Rio Branco em Roraima: dinâmica e processos evolutivos**. Tese (doutorado), Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-graduação em Geografia, Maringá, 2015.

SANDER, C.; WANKLER, F.L.; CARVALHO, T.M. **Uma análise primária sobre a variação espaço-temporal de chuvas e a atuação de episódios de el niño e la niña no estado de Roraima**. Universidade Federal de Roraima, Instituto de Geociências, Boa Vista, 2018.

SANTOS, B.B.; SOBRINHO, T.A.; ALMEIDA, I.K.; FARIA, B.P.; MACHADO, D.O. **Avaliação da disponibilidade hídrica para concessão de outorga baseada em vazões mínimas de referência**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, novembro 2011.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2003, 602 p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM. **Boletim semanal de monitoramento de cheias do Rio Branco**. Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial, Superintendência Regional de Manaus. Informe 16, Sede Brasília, 2020.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL-CPRM. **Rede Hidrometeorológica Nacional**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/Hidrologia>. Acessado em 15.07.2020.

SILVA, D.A. et al. **Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista-RR nos anos de 1910 a 2014**. Revista Geográfica Acadêmica, v.9, n.2, f. 34-49, xii2015, Boa Vista.

SILVA, B.M.B.; SILVA, D.D.; MOREIRA, M.C. **Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba**. Ver. Ambient. Água, vol. 10, n.3, jul/set 2015, Taubaté.

SILVA, E.A.; TUCCI, C.E.M. **Relação entre as vazões máximas diária e instantânea**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos-RBRH, vol. 3, n. 1, 133-145, jan/mar 1998.

SILVEIRA, G.L.; TUCCI, C.E.M. **Monitoramento em pequenas bacias para a estimativa de disponibilidade hídrica**. RBRH, v.3, n.3, p. 97-110, jul/set 1998.

STEINMETZ, A.A. **Estimativa de cheias aplicando a técnica de hidrograma unitário com diferentes abordagens de discretização espacial em uma sub-bacia do Arroio Pelotas**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas/RG, 2017.

SUGAI, M.R.B.; FILL, H.D.; GOMES, J. **A importância do monitoramento na gestão de recursos hídricos**. Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos. Gramado, RS, de 05 a 08 de outubro de 1998.

VESPUCCI, A.G.; SANTOS, J.G.R.; BAYER, M. Estações fluviométricas do estado de Goiás: qualificação dos dados hidrológicos disponíveis na base HIDROWEB/ANA. Goiânia-GO: **Revista Ateliê Geográfico**, v.10, n.3, p 89-108, dez/2016.

TEODORO et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n.20, p. 137-154, 2007.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2ª edição, Porto Alegre, 1997.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades-Global Water Partnership - World Bank, UNESCO, 2005.

TUCCI, C.E.M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo**. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, Câmara Temática sobre Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas, 2002.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, volume 2, n. 1, pp 135-152, janeiro/junho 1997.

ULIANA, E.M. et al. **Regionalização de vazões para o médio e alto rio Teles Pires-MT**. Revista de Ciências Agrárias, v. 59, n. 4, p. 333-338, out/dez 2016.

UTM GEO MAP 2.6.4. **Y2 Tech 2020**, disponível em Google Play.

WANKLER, F.L. et al. **Implicações da urbanização sobre a estrutura e funcionamento de bacias hidrográficas: Uma avaliação sobre o Igarapé Caranã, Boa Vista, RR**. XI Simpósio de Geologia da Amazônia, Contribuição à Geologia da Amazônia, vol. 7, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Norte, Manaus 5 a 9 de agosto de 2009.

WANKLER, F.L.; EVANGELISTA, R.A.O.; SANDER, C. **Sistema aquífero Boa Vista: “Estado da arte” do conhecimento e perspectivas**. ACTA Geográfica, vol.6, n. 12, p. 21-39, mai/ago 2012, Boa Vista.

ANEXOS

ANEXO A: Tabela de dados da estação telemétrica Boa Vista (14620000).

BOA VISTA	14620000	RIO BRANCO
Data	Chuva Acumulada Diária	Cota Média Diária
(dma)	(mm)	(cm)
30/04/2020	0	99
29/04/2020	0	101
28/04/2020	0	102
27/04/2020	0	104
26/04/2020	0	107
25/04/2020	0	97
24/04/2020	0	70
23/04/2020	0,8	51
22/04/2020	0	49
21/04/2020	0	51
20/04/2020	103,6	58
19/04/2020	0	63
18/04/2020	0	79
17/04/2020	0	94
16/04/2020	0	103
15/04/2020	0	102
14/04/2020	0	82
13/04/2020	0	54
12/04/2020	0	50
11/04/2020	0,2	55
10/04/2020	0,6	63
09/04/2020	0	72
08/04/2020	2,6	80
07/04/2020	9,4	77
06/04/2020	9,4	55
05/04/2020	5,8	36
04/04/2020	0	23
03/04/2020	0	15
02/04/2020	0	13
01/04/2020	0	15
31/03/2020	0,6	17
30/03/2020	0	21
29/03/2020	0	26
28/03/2020	0	30
27/03/2020	0	29
26/03/2020	0	20
25/03/2020	0	16
24/03/2020	0	13

23/03/2020	2,2	12
22/03/2020	0	13
21/03/2020	0	10
20/03/2020	0	10
19/03/2020	3,2	3
18/03/2020	0	-2
17/03/2020	0	0
16/03/2020	0	1
15/03/2020	0	1
14/03/2020	0	2
13/03/2020	0	5
12/03/2020	0	7
11/03/2020	0	10
10/03/2020	0	13
09/03/2020	0	17
08/03/2020	0	20
07/03/2020	0	23
06/03/2020	0	29
05/03/2020	0	32
04/03/2020	0	26
03/03/2020	0	20
02/03/2020	0	23
01/03/2020	0	27
29/02/2020	0	26
28/02/2020	0	19
27/02/2020	0	17
26/02/2020	0	17
25/02/2020	0	19
24/02/2020	0	22
23/02/2020	0	26
22/02/2020	0	28
21/02/2020	0	29
20/02/2020	0	30
19/02/2020	0	29
18/02/2020	1,4	29
17/02/2020	0	27
16/02/2020	0	29
15/02/2020	0	32
14/02/2020	0	34
13/02/2020	0	38
12/02/2020	3	42
11/02/2020	0	47
10/02/2020	0	49
09/02/2020	0	53
08/02/2020	0	58
07/02/2020	0	62

06/02/2020	0	65
05/02/2020	0	67
04/02/2020	0	62
03/02/2020	0	58
02/02/2020	0	58
01/02/2020	0	61
31/01/2020	0	65
30/01/2020	0,2	68
29/01/2020	0	72
28/01/2020	0	76
27/01/2020	0	83
26/01/2020	0	91
25/01/2020	0	100
24/01/2020	0	109
23/01/2020	0	115
22/01/2020	0	112
21/01/2020	0	101
20/01/2020	0	94
19/01/2020	0	91
18/01/2020	0	92
17/01/2020	0,2	93
16/01/2020	4	94
15/01/2020	0	95
14/01/2020	0	98
13/01/2020	0	101
12/01/2020	0	104
11/01/2020	0	109
10/01/2020	0	116
09/01/2020	0	122
08/01/2020	0	129
07/01/2020	0	138
06/01/2020	0	147
05/01/2020	0	156
04/01/2020	0	167
03/01/2020	0	181
02/01/2020	0	197
01/01/2020	0	213
31/12/2019	0,4	230
30/12/2019	0	250
29/12/2019	0	267
28/12/2019	0	260
27/12/2019	0,2	224
26/12/2019	0	204
25/12/2019	0	207
24/12/2019	8,8	210
23/12/2019	8	210

22/12/2019	2,8	212
21/12/2019	0,2	216
20/12/2019	8,2	225
19/12/2019	0	245
18/12/2019	0,4	274
17/12/2019	0,8	301
16/12/2019	0	314
15/12/2019	0	287
14/12/2019	0,2	228
13/12/2019	2,4	201
12/12/2019	5,8	197
11/12/2019	0	183
10/12/2019	2,4	164
09/12/2019	0	163
08/12/2019	0	169
07/12/2019	1,4	180
06/12/2019	0	199
05/12/2019	0	219
04/12/2019	0	217
03/12/2019	0	187
02/12/2019	0	183
01/12/2019	0	195
30/11/2019	0,4	209
29/11/2019	2,4	240
28/11/2019	2,8	277
27/11/2019	0	317
26/11/2019	1,2	345
25/11/2019	0	358
24/11/2019	4,8	338
23/11/2019	0	298
22/11/2019	50,8	295
21/11/2019	1,2	325
20/11/2019	0	330
19/11/2019	0	270
18/11/2019	0,2	157
17/11/2019	99,8	121
16/11/2019	1,6	117
15/11/2019	0	119
14/11/2019	0	121
13/11/2019	0	126
12/11/2019	0	131
11/11/2019	0,2	136
10/11/2019	0	145
09/11/2019	0	154
08/11/2019	1,4	154
07/11/2019	0	145

06/11/2019	0	140
05/11/2019	1,4	138
04/11/2019	0	139
03/11/2019	0	143
02/11/2019	0	149
01/11/2019	0,2	156
31/10/2019	6,2	165
30/10/2019	0	175
29/10/2019	0	189
28/10/2019	0	207
27/10/2019	0	228
26/10/2019	0	249
25/10/2019	0	255
24/10/2019	0	237
23/10/2019	0,2	209
22/10/2019	0	198
21/10/2019	0	202
20/10/2019	0	198
19/10/2019	12,4	184
18/10/2019	0	187
17/10/2019	0	200
16/10/2019	2,8	213
15/10/2019	19,6	231
14/10/2019	0	254
13/10/2019	0	274
12/10/2019	0	276
11/10/2019	0	240
10/10/2019	0,4	196
09/10/2019	10,6	183
08/10/2019	3,6	189
07/10/2019	3,2	202
06/10/2019	0	222
05/10/2019	0	251
04/10/2019	0	292
03/10/2019	0,6	344
02/10/2019	0	395
01/10/2019	0	414
30/09/2019	0	378
29/09/2019	1,2	281
28/09/2019	20,4	245
27/09/2019	3,8	250
26/09/2019	3,4	249
25/09/2019	0	226
24/09/2019	0	220
23/09/2019	0,2	214
22/09/2019	34,6	213

21/09/2019	0	217
20/09/2019	0	223
19/09/2019	1,8	222
18/09/2019	3,4	223
17/09/2019	5,6	225
16/09/2019	23,6	235
15/09/2019	0	248
14/09/2019	0	263
13/09/2019	0	274
12/09/2019	0	271
11/09/2019	2	263
10/09/2019	3	258
09/09/2019	2	264
08/09/2019	0	275
07/09/2019	4	287
06/09/2019	0	285
05/09/2019	0	274
04/09/2019	1	281
03/09/2019	1,2	295
02/09/2019	0	307
01/09/2019	0	309
31/08/2019	0	304
30/08/2019	31,2	311
29/08/2019	9,8	322
28/08/2019	0	345
27/08/2019	0	381
26/08/2019	0,4	430
25/08/2019	0	475
24/08/2019	0	508
23/08/2019	0	537
22/08/2019	0	565
21/08/2019	2,6	589
20/08/2019	9,2	604
19/08/2019	0	606
18/08/2019	26,4	599
17/08/2019	33	597
16/08/2019	9,2	594
15/08/2019	25,6	581
14/08/2019	4,4	574
13/08/2019	0,4	587
12/08/2019	21,4	600
11/08/2019	0,2	611
10/08/2019	9,2	624
09/08/2019	20,4	637
08/08/2019	2,8	639
07/08/2019	4,6	625

06/08/2019	4,8	597
05/08/2019	44,2	567
04/08/2019	24,4	543
03/08/2019	0,4	527
02/08/2019	10,8	523
01/08/2019	0	516
31/07/2019	46,2	516
30/07/2019	24,2	526
29/07/2019	0	528
28/07/2019	1	523
27/07/2019	29,4	514
26/07/2019	10	499
25/07/2019	5,4	485
24/07/2019	7,4	475
23/07/2019	20,4	484
22/07/2019	12,8	489
21/07/2019	0,6	469
20/07/2019	17,8	421
19/07/2019	14,8	408
18/07/2019	6,6	437
17/07/2019	0,6	471
16/07/2019	1,4	511
15/07/2019	18	531
14/07/2019	0	531
13/07/2019	0,4	509
12/07/2019	3,2	477
11/07/2019	51,6	461
10/07/2019	45	472
09/07/2019	0	512
08/07/2019	2,2	545
07/07/2019	5,8	558
06/07/2019	0	561
05/07/2019	0	550
04/07/2019	2	523
03/07/2019	17,6	493
02/07/2019	4,6	489
01/07/2019	22,8	513
30/06/2019	16,2	544
29/06/2019	6,6	561
28/06/2019	0,4	553
27/06/2019	2	507
26/06/2019	21	458
25/06/2019	0,8	473
24/06/2019	16,6	522
23/06/2019	32,4	578
22/06/2019	5,6	621

21/06/2019	0	642
20/06/2019	0	649
19/06/2019	1,4	651
18/06/2019	2,6	653
17/06/2019	41,4	654
16/06/2019	14	651
15/06/2019	15,4	650
14/06/2019	8,6	651
13/06/2019	0,8	649
12/06/2019	1	645
11/06/2019	0	640
10/06/2019	28,6	632
09/06/2019	16,2	622
08/06/2019	5,2	615
07/06/2019	40,4	603
06/06/2019	16,8	593
05/06/2019	57,2	588
04/06/2019	13,4	577
03/06/2019	16,4	566
02/06/2019	27,2	553
01/06/2019	2,2	539
31/05/2019	11,8	522
30/05/2019	1	492
29/05/2019	0,6	451
28/05/2019	10,6	462
27/05/2019	2,8	504
26/05/2019	0,4	520
25/05/2019	22,2	513
24/05/2019	4,8	485
23/05/2019	10	434
22/05/2019	10,8	389
21/05/2019	1,6	390
20/05/2019	50,2	403
19/05/2019	2,8	401
18/05/2019	1	386
17/05/2019	1,2	372
16/05/2019	26,4	357
15/05/2019	20	347
14/05/2019	14,4	311
13/05/2019	0,4	262
12/05/2019	13	244
11/05/2019	37,4	227
10/05/2019	61,8	184
09/05/2019	3,4	128
08/05/2019	27,4	83
07/05/2019	4,2	62

06/05/2019	18,8	60
05/05/2019	3,2	66
04/05/2019	10,4	68
03/05/2019	0,8	48
02/05/2019	0,6	30
01/05/2019	1,2	35

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO B: Tabela de dados da estação telemétrica Fazenda Passarão (14515000).

FAZENDA PASSARÃO	14515000	RIO URARICOERA
Data	Chuva Acumulada Diária	Cota Média Diária
(dma)	(mm)	(cm)
30/04/2020	0	632
29/04/2020	0,6	626
28/04/2020	0	628
27/04/2020	0	628
26/04/2020	0	630
25/04/2020	0	630
24/04/2020	0	608
23/04/2020	0	581
22/04/2020	0	573
21/04/2020	0	575
20/04/2020	45,4	575
19/04/2020	0,6	580
18/04/2020	0	595
17/04/2020	0	611
16/04/2020	0	623
15/04/2020	0	628
14/04/2020	0	621
13/04/2020	0	592
12/04/2020	0	571
11/04/2020	0	576
10/04/2020	0	583
09/04/2020	0	592
08/04/2020	0	600
07/04/2020	0	606
06/04/2020	1,4	595
05/04/2020	8,2	575
04/04/2020	0,4	561
03/04/2020	0	548
02/04/2020	0	538
01/04/2020	0	537
31/03/2020	0	540
30/03/2020	0,4	544
29/03/2020	0	549
28/03/2020	0	554
27/03/2020	0	558
26/03/2020	0	555
25/03/2020	0	544
24/03/2020	0	540
23/03/2020	0	534
22/03/2020	0	533
21/03/2020	0	532

20/03/2020	0	529
19/03/2020	0	531
18/03/2020	0	526
17/03/2020	0	521
16/03/2020	0	524
15/03/2020	0	525
14/03/2020	0	524
13/03/2020	0	526
12/03/2020	0	528
11/03/2020	0	532
10/03/2020	0	536
09/03/2020	0	540
08/03/2020	0	545
07/03/2020	0	548
06/03/2020	0	552
05/03/2020	0	558
04/03/2020	0	557
03/03/2020	0	546
02/03/2020	0	543
01/03/2020	0	548
29/02/2020	0	554
28/02/2020	0	547
27/02/2020	0	540
26/02/2020	0	537
25/02/2020	0	538
24/02/2020	0	541
23/02/2020	0	544
22/02/2020	0	546
21/02/2020	0	547
20/02/2020	0	548
19/02/2020	0	549
18/02/2020	0	550
17/02/2020	1,8	552
16/02/2020	0	554
15/02/2020	0	556
14/02/2020	0	559
13/02/2020	0	562
12/02/2020	0	565
11/02/2020	0	569
10/02/2020	0	573
09/02/2020	0	575
08/02/2020	0	577
07/02/2020	0	579
06/02/2020	0	584
05/02/2020	0	589
04/02/2020	0	589

03/02/2020	0	584
02/02/2020	0	582
01/02/2020	2,4	584
31/01/2020	0	587
30/01/2020	0	589
29/01/2020	0	592
28/01/2020	0	595
27/01/2020	0	600
26/01/2020	0	607
25/01/2020	0	615
24/01/2020	0	623
23/01/2020	0	629
22/01/2020	0	629
21/01/2020	0	621
20/01/2020	0	614
19/01/2020	0	609
18/01/2020	0	606
17/01/2020	0	607
16/01/2020	0	608
15/01/2020	0	610
14/01/2020	0	612
13/01/2020	0	616
12/01/2020	0	619
11/01/2020	0	623
10/01/2020	0	628
09/01/2020	0	633
08/01/2020	0	639
07/01/2020	0	644
06/01/2020	0	651
05/01/2020	0	658
04/01/2020	0	665
03/01/2020	0	674
02/01/2020	0	686
01/01/2020	0	702
31/12/2019	0	722
30/12/2019	0,2	742
29/12/2019	0	758
28/12/2019	0	764
27/12/2019	0	741
26/12/2019	0	699
25/12/2019	0	691
24/12/2019	1,4	698
23/12/2019	1,2	707
22/12/2019	1,4	713
21/12/2019	0	712
20/12/2019	6,6	712

19/12/2019	0	724
18/12/2019	0	748
17/12/2019	0	783
16/12/2019	0	816
15/12/2019	0	821
14/12/2019	0	783
13/12/2019	39,2	720
12/12/2019	0	714
11/12/2019	0	708
10/12/2019	0	684
09/12/2019	0	668
08/12/2019	0	671
07/12/2019	0,2	680
06/12/2019	0	695
05/12/2019	0	721
04/12/2019	0	738
03/12/2019	0	708
02/12/2019	0	672
01/12/2019	0	682
30/11/2019	23	698
29/11/2019	1,8	717
28/11/2019	0	741
27/11/2019	0	782
26/11/2019	0	834
25/11/2019	0,2	857
24/11/2019	6	851
23/11/2019	0	805
22/11/2019	71,6	759
21/11/2019	0,2	786
20/11/2019	1,2	802
19/11/2019	0,2	761
18/11/2019	1,4	664
17/11/2019	29	627
16/11/2019	0	627
15/11/2019	0	629
14/11/2019	0	629
13/11/2019	0	631
12/11/2019	0	634
11/11/2019	0	636
10/11/2019	0	641
09/11/2019	0	649
08/11/2019	0,2	651
07/11/2019	4,2	648
06/11/2019	0	646
05/11/2019	0	640
04/11/2019	0	639

03/11/2019	0	640
02/11/2019	0	643
01/11/2019	0	649
31/10/2019	1,2	655
30/10/2019	0	661
29/10/2019	0	670
28/10/2019	0	685
27/10/2019	0	708
26/10/2019	0	733
25/10/2019	0	748
24/10/2019	0	745
23/10/2019	5,2	722
22/10/2019	22,6	693
21/10/2019	0	695
20/10/2019	0,2	699
19/10/2019	8,6	681
18/10/2019	4,2	670
17/10/2019	0	677
16/10/2019	0,4	686
15/10/2019	0	693
14/10/2019	5,2	705
13/10/2019	0	724
12/10/2019	0	753
11/10/2019	0	753
10/10/2019	6,4	694
09/10/2019	5,4	657
08/10/2019	25,4	656
07/10/2019	0	661
06/10/2019	0	669
05/10/2019	0	680
04/10/2019	0	700
03/10/2019	0,6	734
02/10/2019	0	785
01/10/2019	0	832
30/09/2019	0	840
29/09/2019	0,2	765
28/09/2019	34	702
27/09/2019	4,8	686
26/09/2019	2,4	693
25/09/2019	0	696
24/09/2019	0	689
23/09/2019	11,4	684
22/09/2019	21	680
21/09/2019	0	687
20/09/2019	0	698
19/09/2019	0,2	703

18/09/2019	0,4	704
17/09/2019	0,2	704
16/09/2019	0	708
15/09/2019	0	717
14/09/2019	0	722
13/09/2019	0	727
12/09/2019	0	728
11/09/2019	0,4	731
10/09/2019	0,2	730
09/09/2019	9,4	726
08/09/2019	0,2	734
07/09/2019	1	747
06/09/2019	0,2	753
05/09/2019	5,2	739
04/09/2019	6,2	743
03/09/2019	0,2	757
02/09/2019	0	769
01/09/2019	0	774
31/08/2019	0	761
30/08/2019	6,4	760
29/08/2019	1,4	764
28/08/2019	0	773
27/08/2019	0,2	788
26/08/2019	8,8	810
25/08/2019	0	837
24/08/2019	0	862
23/08/2019	0	885
22/08/2019	0,2	909
21/08/2019	0,2	935
20/08/2019	0	968
19/08/2019	0	986
18/08/2019	9,8	976
17/08/2019	9	962
16/08/2019	0	968
15/08/2019	64	962
14/08/2019	6,8	930
13/08/2019	1,4	924
12/08/2019	12	940
11/08/2019	0	955
10/08/2019	44,8	967
09/08/2019	1,2	993
08/08/2019	0	1011
07/08/2019	0	1008
06/08/2019	5	976
05/08/2019	22,2	941
04/08/2019	45	926

03/08/2019	1,4	913
02/08/2019	3,8	905
01/08/2019	0	895
31/07/2019	47,2	872
30/07/2019	8,4	893
29/07/2019	0	917
28/07/2019	11,8	921
27/07/2019	31,8	924
26/07/2019	55,6	915
25/07/2019	0,4	915
24/07/2019	1,6	905
23/07/2019	22	918
22/07/2019	9	937
21/07/2019	10,2	942
20/07/2019	17,2	904
19/07/2019	7,6	858
18/07/2019	21,2	865
17/07/2019	29,2	886
16/07/2019	0	920
15/07/2019	22,2	960
14/07/2019	0	980
13/07/2019	0,2	976
12/07/2019	4,4	953
11/07/2019	14	909
10/07/2019	62,4	903
09/07/2019	1,6	930
08/07/2019	0	967
07/07/2019	0	990
06/07/2019	0	1001
05/07/2019	10	998
04/07/2019	0	979
03/07/2019	6,6	954
02/07/2019	3,4	934
01/07/2019	46,2	934
30/06/2019	1,8	963
29/06/2019	8,4	992
28/06/2019	9,2	999
27/06/2019	4	971
26/06/2019	36,2	914
25/06/2019	55,8	878
24/06/2019	8,6	896
23/06/2019	0,4	940
22/06/2019	10,2	1005
21/06/2019	0	1056
20/06/2019	0	1071
19/06/2019	1,8	1070

18/06/2019	3	1067
17/06/2019	18,2	1070
16/06/2019	19,8	1070
15/06/2019	0,4	1073
14/06/2019	11,8	1082
13/06/2019	7,8	1093
12/06/2019	0	1098
11/06/2019	0,8	1089
10/06/2019	25,6	1082
09/06/2019	38	1085
08/06/2019	2,4	1097
07/06/2019	9,8	1098
06/06/2019	11,2	1087
05/06/2019	24	1073
04/06/2019	4	1065
03/06/2019	0	1048
02/06/2019	16	1026
01/06/2019	1	1007
31/05/2019	0,2	991
30/05/2019	1,2	961
29/05/2019	5,4	902
28/05/2019	32,8	864
27/05/2019	5	924
26/05/2019	0	980
25/05/2019	1	987
24/05/2019	0,6	973
23/05/2019	9,8	946
22/05/2019	21	906
21/05/2019	1,2	883
20/05/2019	34,6	901
19/05/2019	0,2	916
18/05/2019	0,2	914
17/05/2019	8,8	898
16/05/2019	31,4	862
15/05/2019	25,6	842
14/05/2019	0,4	818
13/05/2019	1,2	739
12/05/2019	12	688
11/05/2019	54,8	673
10/05/2019	66,6	650
09/05/2019	0,4	630
08/05/2019	23,2	620
07/05/2019	10,4	606
06/05/2019	11,8	587
05/05/2019	12,8	591
04/05/2019	8,8	601

03/05/2019	0	598
02/05/2019	2,8	573
01/05/2019	0,4	566

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO C: Tabela de dados da estação telemétrica Mucajaí (14690000).

MUCAJÁ	14690000	RIO MUCAJÁ
Data	Chuva Acumulada Diária	Cota Média Diária
(dma)	(mm)	(cm)
30/04/2020	0,6	905
29/04/2020	0,2	913
28/04/2020	26,4	923
27/04/2020	0	932
26/04/2020	0,2	953
25/04/2020	0	970
24/04/2020	0,2	963
23/04/2020	0,6	939
22/04/2020	0	912
21/04/2020	4,6	895
20/04/2020	92,4	886
19/04/2020	0,2	891
18/04/2020	71,2	905
17/04/2020	4,4	917
16/04/2020	0	922
15/04/2020	0	921
14/04/2020	0	918
13/04/2020	0	905
12/04/2020	0	877
11/04/2020	0	872
10/04/2020	0	875
09/04/2020	16,8	886
08/04/2020	4,8	899
07/04/2020	0,2	913
06/04/2020	2,6	911
05/04/2020	2	875
04/04/2020	0,8	842
03/04/2020	1,8	839
02/04/2020	0,2	843
01/04/2020	0,8	838
31/03/2020	0,8	830
30/03/2020	0	832
29/03/2020	12,2	837
28/03/2020	2,6	841
27/03/2020	0	847
26/03/2020	0	853
25/03/2020	0	856
24/03/2020	0	844
23/03/2020	0	838
22/03/2020	0	831
21/03/2020	0	831

20/03/2020	0	833
19/03/2020	0,6	828
18/03/2020	0	828
17/03/2020	0,6	829
16/03/2020	0	830
15/03/2020	0	831
14/03/2020	0	832
13/03/2020	0	833
12/03/2020	0,2	834
11/03/2020	0,2	836
10/03/2020	0,4	838
09/03/2020	0	840
08/03/2020	0	841
07/03/2020	0,2	842
06/03/2020	0	844
05/03/2020	0	847
04/03/2020	0,2	851
03/03/2020	0	855
02/03/2020	0	860
01/03/2020	0,2	861
29/02/2020	0	854
28/02/2020	0	847
27/02/2020	0	847
26/02/2020	0	849
25/02/2020	0	851
24/02/2020	0	853
23/02/2020	0	855
22/02/2020	0	857
21/02/2020	0	859
20/02/2020	0	860
19/02/2020	0	861
18/02/2020	0	862
17/02/2020	0,6	864
16/02/2020	0	865
15/02/2020	0,4	867
14/02/2020	1,4	867
13/02/2020	0,2	870
12/02/2020	2	872
11/02/2020	0	874
10/02/2020	0	877
09/02/2020	0	881
08/02/2020	0	885
07/02/2020	0	888
06/02/2020	0	893
05/02/2020	0	897
04/02/2020	0	899

03/02/2020	0	897
02/02/2020	0	896
01/02/2020	1	896
31/01/2020	5,8	899
30/01/2020	3,4	902
29/01/2020	0,2	906
28/01/2020	0,6	911
27/01/2020	0,4	916
26/01/2020	0,2	924
25/01/2020	0	936
24/01/2020	0	955
23/01/2020	0	974
22/01/2020	0	986
21/01/2020	0	987
20/01/2020	0	970
19/01/2020	0,2	937
18/01/2020	1,8	918
17/01/2020	1,2	913
16/01/2020	26,8	914
15/01/2020	12,2	914
14/01/2020	0	915
13/01/2020	0	917
12/01/2020	0	920
11/01/2020	0	923
10/01/2020	0	926
09/01/2020	0	930
08/01/2020	0	935
07/01/2020	0	940
06/01/2020	0	944
05/01/2020	0	949
04/01/2020	0	956
03/01/2020	0	964
02/01/2020	0	974
01/01/2020	0	986
31/12/2019	0	999
30/12/2019	0	1007
29/12/2019	0,2	1011
28/12/2019	1	1011
27/12/2019	0	1006
26/12/2019	0,4	1005
25/12/2019	3,4	1005
24/12/2019	3	1014
23/12/2019	8	1019
22/12/2019	10	1017
21/12/2019	2	1024
20/12/2019	14,2	1034

19/12/2019	0,4	1046
18/12/2019	0	1055
17/12/2019	1,4	1061
16/12/2019	0,4	1076
15/12/2019	2,4	1084
14/12/2019	3,2	1072
13/12/2019	16	1054
12/12/2019	23,6	1062
11/12/2019	0	1081
10/12/2019	0	1057
09/12/2019	0,6	1004
08/12/2019	60,8	987
07/12/2019	0,8	978
06/12/2019	0,6	980
05/12/2019	1	980
04/12/2019	0,4	982
03/12/2019	12,6	984
02/12/2019	0,2	991
01/12/2019	0,2	1007
30/11/2019	0	1027
29/11/2019	0,2	1053
28/11/2019	8,8	1090
27/11/2019	2,8	1125
26/11/2019	0	1137
25/11/2019	0,2	1133
24/11/2019	0,8	1107
23/11/2019	0,2	1076
22/11/2019	66,6	1077
21/11/2019	2,6	1088
20/11/2019	0	1094
19/11/2019	0	1058
18/11/2019	0,2	974
17/11/2019	47,8	956
16/11/2019	27	954
15/11/2019	0	964
14/11/2019	0	975
13/11/2019	0	975
12/11/2019	0	964
11/11/2019	0	951
10/11/2019	0	951
09/11/2019	0	955
08/11/2019	0	965
07/11/2019	0	966
06/11/2019	0	966
05/11/2019	0	965
04/11/2019	0	961

03/11/2019	0	980
02/11/2019	0,2	1009
01/11/2019	0	1005
31/10/2019	0	1006
30/10/2019	0	1007
29/10/2019	0	1009
28/10/2019	0	1011
27/10/2019	0	1013
26/10/2019	0	1011
25/10/2019	0,2	1005
24/10/2019	0,2	996
23/10/2019	0	996
22/10/2019	0	1001
21/10/2019	0	1000
20/10/2019	0	996
19/10/2019	4,2	992
18/10/2019	6	993
17/10/2019	0,6	995
16/10/2019	9,8	1000
15/10/2019	1,4	1011
14/10/2019	0	1024
13/10/2019	0	1040
12/10/2019	0	1061
11/10/2019	0	1059
10/10/2019	0	1010
09/10/2019	31	989
08/10/2019	0	990
07/10/2019	6,6	997
06/10/2019	0	1009
05/10/2019	0	1024
04/10/2019	0	1043
03/10/2019	0	1076
02/10/2019	0	1106
01/10/2019	0	1101
30/09/2019	0	1059
29/09/2019	0,2	1035
28/09/2019	65,4	1035
27/09/2019	0	1038
26/09/2019	1	1042
25/09/2019	2,4	1045
24/09/2019	0	1038
23/09/2019	0	1034
22/09/2019	14,2	1037
21/09/2019	0,2	1041
20/09/2019	0	1053
19/09/2019	0,2	1064

18/09/2019	25,6	1061
17/09/2019	10,6	1047
16/09/2019	16,4	1050
15/09/2019	0	1066
14/09/2019	0	1082
13/09/2019	0	1094
12/09/2019	0	1099
11/09/2019	0,2	1098
10/09/2019	7	1097
09/09/2019	3,8	1091
08/09/2019	0	1086
07/09/2019	19,6	1088
06/09/2019	0,2	1084
05/09/2019	0	1086
04/09/2019	1	1096
03/09/2019	1,6	1104
02/09/2019	2	1110
01/09/2019	0	1108
31/08/2019	0	1100
30/08/2019	0	1104
29/08/2019	0	1116
28/08/2019	0	1131
27/08/2019	0	1158
26/08/2019	0	1194
25/08/2019	0	1230
24/08/2019	31,8	1262
23/08/2019	0	1289
22/08/2019	0	1310
21/08/2019	0,4	1319
20/08/2019	26,8	1317
19/08/2019	0	1309
18/08/2019	8,8	1304
17/08/2019	9,4	1304
16/08/2019	2,6	1305
15/08/2019	10,4	1307
14/08/2019	2,6	1317
13/08/2019	3,8	1330
12/08/2019	16	1340
11/08/2019	2,6	1352
10/08/2019	0,4	1363
09/08/2019	0,2	1363
08/08/2019	1,8	1355
07/08/2019	0,2	1345
06/08/2019	8,6	1335
05/08/2019	42,2	1311
04/08/2019	32,6	1297

03/08/2019	0	1299
02/08/2019	14,4	1308
01/08/2019	0,2	1318
31/07/2019	34	1322
30/07/2019	13,8	1319
29/07/2019	0	1315
28/07/2019	1,2	1312
27/07/2019	30,8	1302
26/07/2019	0,2	1296
25/07/2019	3	1289
24/07/2019	0,8	1283
23/07/2019	2,2	1276
22/07/2019	45,6	1252
21/07/2019	9	1224
20/07/2019	3,8	1214
19/07/2019	7,2	1226
18/07/2019	0,4	1263
17/07/2019	11	1297
16/07/2019	0,2	1304
15/07/2019	7,6	1301
14/07/2019	0,2	1284
13/07/2019	7,8	1262
12/07/2019	17,8	1251
11/07/2019	42,4	1248
10/07/2019	5,2	1268
09/07/2019	11,4	1301
08/07/2019	2,2	1321
07/07/2019	0	1328
06/07/2019	0	1327
05/07/2019	0	1323
04/07/2019	1,4	1324
03/07/2019	10,8	1328
02/07/2019	9,2	1344
01/07/2019	24,8	1361
30/06/2019	13,2	1365
29/06/2019	6,6	1353
28/06/2019	2,4	1328
27/06/2019	10,6	1299
26/06/2019	11,8	1286
25/06/2019	25,8	1297
24/06/2019	39	1322
23/06/2019	7	1351
22/06/2019	12,8	1371
21/06/2019	0	1375
20/06/2019	0,4	1371
19/06/2019	0	1366

18/06/2019	1,2	1363
17/06/2019	35,4	1356
16/06/2019	58,6	1347
15/06/2019	28,6	1342
14/06/2019	25	1346
13/06/2019	3,6	1356
12/06/2019	3	1369
11/06/2019	7,4	1379
10/06/2019	14,2	1390
09/06/2019	21,2	1397
08/06/2019	1,4	1397
07/06/2019	39,6	1389
06/06/2019	7,2	1374
05/06/2019	10,4	1348
04/06/2019	1,4	1319
03/06/2019	41,6	1289
02/06/2019	33,4	1256
01/06/2019	0,6	1230
31/05/2019	9,8	1216
30/05/2019	3,8	1192
29/05/2019	0,4	1189
28/05/2019	6,4	1229
27/05/2019	3,4	1253
26/05/2019	10,4	1256
25/05/2019	12,4	1245
24/05/2019	11	1220
23/05/2019	11	1192
22/05/2019	5,6	1163
21/05/2019	3,6	1149
20/05/2019	57,4	1147
19/05/2019	2,2	1133
18/05/2019	16,6	1117
17/05/2019	39,4	1098
16/05/2019	7,8	1077
15/05/2019	141,4	1071
14/05/2019	21,2	1032
13/05/2019	0,2	992
12/05/2019	21,6	933
11/05/2019	125,8	915
10/05/2019	20,2	889
09/05/2019	36,8	878
08/05/2019	17	861
07/05/2019	0,2	853
06/05/2019	24,2	855
05/05/2019	7,6	863
04/05/2019	15	880

03/05/2019	0,6	895
02/05/2019	9	901
01/05/2019	0,4	876

Fonte: Hidroweb (ANA)

ANEXO D: Tabela de dados da estação telemétrica Fé Esperança (14680001).

FÉ ESPERANÇA	14680001	RIO MUCAJÁ
Data	Chuva Acumulada Diária	Cota Diária Média
(dma)	(mm)	(cm)
30/04/2020	1,4	231
29/04/2020	8,8	225
28/04/2020	9,2	228
27/04/2020	0	231
26/04/2020	0	237
25/04/2020	0	249
24/04/2020	0	268
23/04/2020	3,8	280
22/04/2020	7,2	258
21/04/2020	15,6	242
20/04/2020	48,4	215
19/04/2020	0	205
18/04/2020	0	208
17/04/2020	20	221
16/04/2020	0	234
15/04/2020	0	243
14/04/2020	0	244
13/04/2020	0	243
12/04/2020	0	237
11/04/2020	0	212
10/04/2020	0,2	205
09/04/2020	0	203
08/04/2020	0,4	207
07/04/2020	0,4	218
06/04/2020	10	235
05/04/2020	10,4	249
04/04/2020	0	242
03/04/2020	0	203
02/04/2020	11,2	181
01/04/2020	1,8	181
31/03/2020	0,4	187
30/03/2020	0	180
29/03/2020	0	172
28/03/2020	0	176
27/03/2020	0	180
26/03/2020	0	184
25/03/2020	0	189
24/03/2020	0	196
23/03/2020	0	198
22/03/2020	0	183
21/03/2020	0	179

20/03/2020	0	170
19/03/2020	1	170
18/03/2020	0	174
17/03/2020	0	167
16/03/2020	0	166
15/03/2020	0	167
14/03/2020	0	168
13/03/2020	0	169
12/03/2020	0	170
11/03/2020	0	171
10/03/2020	0	173
09/03/2020	0	175
08/03/2020	0	178
07/03/2020	0	179
06/03/2020	0	179
05/03/2020	0	181
04/03/2020	0	181
03/03/2020	0	184
02/03/2020	0	188
01/03/2020	0	192
29/02/2020	1,2	197
28/02/2020	0	197
27/02/2020	0	186
26/02/2020	0	180
25/02/2020	0	181
24/02/2020	2,6	182
23/02/2020	0,2	184
22/02/2020	0	184
21/02/2020	0	186
20/02/2020	0	188
19/02/2020	0	190
18/02/2020	0	191
17/02/2020	0	191
16/02/2020	0	191
15/02/2020	0	192
14/02/2020	0	193
13/02/2020	0	194
12/02/2020	0	195
11/02/2020	0	196
10/02/2020	0	198
09/02/2020	0	200
08/02/2020	0	202
07/02/2020	0	205
06/02/2020	0	208
05/02/2020	0	210
04/02/2020	0	213

03/02/2020	0	216
02/02/2020	0	214
01/02/2020	0	212
31/01/2020	0,2	212
30/01/2020	0	213
29/01/2020	0	215
28/01/2020	0	217
27/01/2020	0	220
26/01/2020	0	223
25/01/2020	0	228
24/01/2020	0	234
23/01/2020	0	246
22/01/2020	0	264
21/01/2020	0	277
20/01/2020	0	283
19/01/2020	0	277
18/01/2020	0	252
17/01/2020	0	220
16/01/2020	2,4	219
15/01/2020	4,2	221
14/01/2020	0	222
13/01/2020	0	224
12/01/2020	0	225
11/01/2020	0	227
10/01/2020	0	230
09/01/2020	0	225
08/01/2020	0	233
07/01/2020	0	235
06/01/2020	0	237
05/01/2020	0	240
04/01/2020	0	243
03/01/2020	0	247
02/01/2020	0	251
01/01/2020	0	257
31/12/2019	0	265
30/12/2019	0	275
29/12/2019	0	280
28/12/2019	2,6	282
27/12/2019	0,4	283
26/12/2019	0,6	278
25/12/2019	0,4	272
24/12/2019	10,4	271
23/12/2019	0	277
22/12/2019	3,8	284
21/12/2019	0,8	283
20/12/2019	9	285

19/12/2019	0,4	284
18/12/2019	0	280
17/12/2019	2	281
16/12/2019	12,2	283
15/12/2019	2,6	285
14/12/2019	2	283
13/12/2019	23,4	288
12/12/2019	69,4	298
11/12/2019	0	287
10/12/2019	0	290
09/12/2019	0	279
08/12/2019	0,6	271
07/12/2019	1,2	272
06/12/2019	0,2	266
05/12/2019	0,4	264
04/12/2019	0	265
03/12/2019	0	262
02/12/2019	0	263
01/12/2019	0	263
30/11/2019	1,4	271
29/11/2019	0	282
28/11/2019	0	296
27/11/2019	0	312
26/11/2019	0	332
25/11/2019	0,2	345
24/11/2019	1	342
23/11/2019	6	331
22/11/2019	38,4	310
21/11/2019	2,4	309
20/11/2019	6,8	314
19/11/2019	9,8	341
18/11/2019	0,2	334
17/11/2019	59,8	267
16/11/2019	15,8	241
15/11/2019	1	246
14/11/2019	0	254
13/11/2019	0	267
12/11/2019	4	273
11/11/2019	0	264
10/11/2019	0	251
09/11/2019	0	242
08/11/2019	0,2	246
07/11/2019	1	253
06/11/2019	0,4	255
05/11/2019	9,8	255
04/11/2019	12,8	255

03/11/2019	0	249
02/11/2019	0,2	244
01/11/2019	23,4	244
31/10/2019	0,8	246
30/10/2019	0,6	250
29/10/2019	2,8	255
28/10/2019	0	261
27/10/2019	0	267
26/10/2019	0	274
25/10/2019	0,2	280
24/10/2019	4,2	278
23/10/2019	0	271
22/10/2019	0,2	265
21/10/2019	1,2	267
20/10/2019	13,2	270
19/10/2019	10,8	267
18/10/2019	0,2	257
17/10/2019	1	254
16/10/2019	1	256
15/10/2019	0,4	259
14/10/2019	0,2	267
13/10/2019	0	275
12/10/2019	0	280
11/10/2019	0,2	290
10/10/2019	2,6	315
09/10/2019	38,8	268
08/10/2019	6,4	248
07/10/2019	6,4	249
06/10/2019	0	252
05/10/2019	0	258
04/10/2019	0	266
03/10/2019	0	271
02/10/2019	0	275
01/10/2019	0	286
30/09/2019	0	289
29/09/2019	0,2	274
28/09/2019	14,2	274
27/09/2019	1,6	277
26/09/2019	0,2	281
25/09/2019	2	283
24/09/2019	0	284
23/09/2019	0,2	280
22/09/2019	24,8	281
21/09/2019	0	279
20/09/2019	0	275
19/09/2019	0	277

18/09/2019	0	285
17/09/2019	2	292
16/09/2019	10,2	283
15/09/2019	0	285
14/09/2019	0	293
13/09/2019	0	303
12/09/2019	0	313
11/09/2019	0,2	318
10/09/2019	5,2	316
09/09/2019	1	312
08/09/2019	0,6	307
07/09/2019	11,4	305
06/09/2019	0,6	309
05/09/2019	6,6	308
04/09/2019	0,2	302
03/09/2019	0	305
02/09/2019	0,4	304
01/09/2019	0,2	304
31/08/2019	14,4	304
30/08/2019	10	303
29/08/2019	3,6	305
28/08/2019	0	312
27/08/2019	0	315
26/08/2019	0	316
25/08/2019	0,2	321
24/08/2019	1,8	327
23/08/2019	0	334
22/08/2019	0	342
21/08/2019	0	351
20/08/2019	0	362
19/08/2019	0	383
18/08/2019	1,8	388
17/08/2019	5,8	352
16/08/2019	0	346
15/08/2019	12,4	351
14/08/2019	0	353
13/08/2019	0,2	363
12/08/2019	9,8	366
11/08/2019	1	373
10/08/2019	5	369
09/08/2019	3,4	365
08/08/2019	10,2	374
07/08/2019	0	381
06/08/2019	3,2	374
05/08/2019	34	373
04/08/2019	16,8	367

03/08/2019	0,4	366
02/08/2019	9,8	374
01/08/2019	0	379
31/07/2019	3,2	384
30/07/2019	4,6	368
29/07/2019	0	398
28/07/2019	6,2	417
27/07/2019	39,6	417
26/07/2019	19,4	384
25/07/2019	1	399
24/07/2019	20,8	411
23/07/2019	1,2	411
22/07/2019	13,4	389
21/07/2019	0,8	403
20/07/2019	0	392
19/07/2019	14,2	345
18/07/2019	13,4	332
17/07/2019	9	330
16/07/2019	0	327
15/07/2019	0,2	333
14/07/2019	0	346
13/07/2019	4,2	369
12/07/2019	8,4	382
11/07/2019	35,4	356
10/07/2019	7	345
09/07/2019	0	345
08/07/2019	0	352
07/07/2019	1,2	365
06/07/2019	0	384
05/07/2019	0	406
04/07/2019	0	420
03/07/2019	9	407
02/07/2019	35,6	415
01/07/2019	20,8	431
30/06/2019	11,4	404
29/06/2019	16,6	401
28/06/2019	0,4	415
27/06/2019	2,8	440
26/06/2019	10,4	474
25/06/2019	5,4	497
24/06/2019	51,6	446
23/06/2019	34,6	375
22/06/2019	14,4	349
21/06/2019	0	363
20/06/2019	6,4	385
19/06/2019	0	420

18/06/2019	6,2	433
17/06/2019	36,8	401
16/06/2019	7,4	402
15/06/2019	26,4	401
14/06/2019	24	366
13/06/2019	12	350
12/06/2019	17,8	349
11/06/2019	6	361
10/06/2019	7,2	408
09/06/2019	26,6	415
08/06/2019	1,2	416
07/06/2019	25	429
06/06/2019	16,8	495
05/06/2019	15,4	464
04/06/2019	0,2	507
03/06/2019	1,8	546
02/06/2019	62,8	550
01/06/2019	10,8	557
31/05/2019	89,4	401
30/05/2019	4,4	369
29/05/2019	36	408
28/05/2019	8,4	341
27/05/2019	9	324
26/05/2019	2,2	366
25/05/2019	1	372
24/05/2019	18,6	392
23/05/2019	12,2	407
22/05/2019	1,2	387
21/05/2019	3	395
20/05/2019	35,6	339
19/05/2019	0,2	333
18/05/2019	2,6	358
17/05/2019	32,2	363
16/05/2019	3,8	356
15/05/2019	39,4	336
14/05/2019	6,6	322
13/05/2019	0,2	329
12/05/2019	10,6	303
11/05/2019	63	247
10/05/2019	58,6	233
09/05/2019	15	223
08/05/2019	19	216
07/05/2019	2,6	210
06/05/2019	39	193
05/05/2019	5	187
04/05/2019	3,2	191

03/05/2019	3,4	203
02/05/2019	1,6	221
01/05/2019	0	235

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO E: Tabela de dados da estação telemétrica Fazenda Recreio (14235200).

FAZENDA RECREIO	14235200	RIO CAUAMÉ
Data	Chuva Acumulada Diária	Cota Média Diária
(dma)	(mm)	(cm)
30/04/2020	0	354
29/04/2020	0	355
28/04/2020	0	357
27/04/2020	0	359
26/04/2020	0	362
25/04/2020	0	363
24/04/2020	0	367
23/04/2020	1,2	371
22/04/2020	0	381
21/04/2020	0,4	384
20/04/2020	42,4	354
19/04/2020	1,6	348
18/04/2020	0	347
17/04/2020	0	349
16/04/2020	0	348
15/04/2020	0	348
14/04/2020	0	350
13/04/2020	0	350
12/04/2020	0	350
11/04/2020	0	350
10/04/2020	0	352
09/04/2020	0	353
08/04/2020	0	354
07/04/2020	6,6	352
06/04/2020	8,2	350
05/04/2020	0,8	348
04/04/2020	0	348
03/04/2020	0	348
02/04/2020	0	348
01/04/2020	0	347
31/03/2020	0	348
30/03/2020	0	348
29/03/2020	0	348
28/03/2020	0	348
27/03/2020	0	348
26/03/2020	0	347
25/03/2020	0	349
24/03/2020	0	349
23/03/2020	0	349
22/03/2020	0	349
21/03/2020	0	349

20/03/2020	0	349
19/03/2020	0	349
18/03/2020	0	349
17/03/2020	0	350
16/03/2020	0	350
15/03/2020	0	350
14/03/2020	0	349
13/03/2020	0	350
12/03/2020	0	350
11/03/2020	0	350
10/03/2020	0	350
09/03/2020	0	351
08/03/2020	0	351
07/03/2020	0	351
06/03/2020	0	350
05/03/2020	0	352
04/03/2020	0	352
03/03/2020	0	353
02/03/2020	0	353
01/03/2020	0	352
29/02/2020	0	353
28/02/2020	0	352
27/02/2020	0	353
26/02/2020	0	354
25/02/2020	0	354
24/02/2020	0	354
23/02/2020	0	354
22/02/2020	0	353
21/02/2020	0	354
20/02/2020	0	355
19/02/2020	0	356
18/02/2020	0	356
17/02/2020	0	357
16/02/2020	0	357
15/02/2020	0	357
14/02/2020	0	358
13/02/2020	0	358
12/02/2020	0,6	358
11/02/2020	0	358
10/02/2020	0	359
09/02/2020	0	359
08/02/2020	0	359
07/02/2020	0	360
06/02/2020	0	361
05/02/2020	0	362
04/02/2020	0	362

03/02/2020	0	363
02/02/2020	0	363
01/02/2020	0,4	363
31/01/2020	2,4	364
30/01/2020	0	364
29/01/2020	0	362
28/01/2020	0	361
27/01/2020	0	362
26/01/2020	0	364
25/01/2020	0	367
24/01/2020	0	370
23/01/2020	0	370
22/01/2020	0	370
21/01/2020	0	372
20/01/2020	0	372
19/01/2020	0	372
18/01/2020	0	374
17/01/2020	0	374
16/01/2020	0	373
15/01/2020	5,4	373
14/01/2020	0	373
13/01/2020	0	374
12/01/2020	0	374
11/01/2020	0	375
10/01/2020	0	375
09/01/2020	0	376
08/01/2020	0	376
07/01/2020	0	377
06/01/2020	0	377
05/01/2020	0	378
04/01/2020	0	379
03/01/2020	0	380
02/01/2020	0	382
01/01/2020	0	383
31/12/2019	0,4	385
30/12/2019	0	386
29/12/2019	0	388
28/12/2019	0	389
27/12/2019	0	391
26/12/2019	0	393
25/12/2019	0,2	394
24/12/2019	4,6	394
23/12/2019	7,2	395
22/12/2019	0,4	397
21/12/2019	0	400
20/12/2019	0,2	402

19/12/2019	0,2	406
18/12/2019	0,4	412
17/12/2019	0	418
16/12/2019	0	434
15/12/2019	0,2	456
14/12/2019	0	453
13/12/2019	8,4	406
12/12/2019	19,6	390
11/12/2019	0	391
10/12/2019	0	392
09/12/2019	0	392
08/12/2019	0,2	391
07/12/2019	0,4	393
06/12/2019	0	394
05/12/2019	0	396
04/12/2019	0	398
03/12/2019	0	401
02/12/2019	0	405
01/12/2019	0	409
30/11/2019	4,6	414
29/11/2019	0	422
28/11/2019	0	435
27/11/2019	0	466
26/11/2019	0	527
25/11/2019	0,2	568
24/11/2019	21,4	562
23/11/2019	0	517
22/11/2019	32	492
21/11/2019	9,6	546
20/11/2019	0	550
19/11/2019	0,8	541
18/11/2019	0,4	483
17/11/2019	117,4	408
16/11/2019	7,4	375
15/11/2019	0	376
14/11/2019	0	377
13/11/2019	0	378
12/11/2019	0	378
11/11/2019	0	379
10/11/2019	0	380
09/11/2019	0	381
08/11/2019	0	382
07/11/2019	0	384
06/11/2019	0	385
05/11/2019	0	383
04/11/2019	0	383

03/11/2019	0	384
02/11/2019	0	385
01/11/2019	0	386
31/10/2019	0	387
30/10/2019	0	389
29/10/2019	0	392
28/10/2019	0	395
27/10/2019	0	399
26/10/2019	0	403
25/10/2019	0	411
24/10/2019	0	417
23/10/2019	0	418
22/10/2019	0,6	404
21/10/2019	0	406
20/10/2019	0	408
19/10/2019	7,4	407
18/10/2019	6,2	408
17/10/2019	0,2	407
16/10/2019	15,6	404
15/10/2019	2,4	402
14/10/2019	0	406
13/10/2019	0	411
12/10/2019	0	414
11/10/2019	0	416
10/10/2019	0	416
09/10/2019	5,4	414
08/10/2019	1,2	416
07/10/2019	1,6	416
06/10/2019	0	416
05/10/2019	0	416
04/10/2019	0	420
03/10/2019	0	431
02/10/2019	0	451
01/10/2019	0	491
30/09/2019	0	501
29/09/2019	0,2	475
28/09/2019	8,6	437
27/09/2019	2,8	417
26/09/2019	2,6	421
25/09/2019	0	429
24/09/2019	0	437
23/09/2019	0	448
22/09/2019	32	441
21/09/2019	0	448
20/09/2019	0	471
19/09/2019	0,4	472

18/09/2019	2,2	461
17/09/2019	0,4	443
16/09/2019	18,2	428
15/09/2019	0	427
14/09/2019	0	438
13/09/2019	0	458
12/09/2019	0	459
11/09/2019	3,2	454
10/09/2019	0,6	445
09/09/2019	5,2	444
08/09/2019	0,2	442
07/09/2019	13,4	440
06/09/2019	0	441
05/09/2019	0	444
04/09/2019	1,2	445
03/09/2019	0	458
02/09/2019	0	480
01/09/2019	0	491
31/08/2019	0	483
30/08/2019	10,8	462
29/08/2019	0,4	438
28/08/2019	0	443
27/08/2019	0	449
26/08/2019	0	454
25/08/2019	0	465
24/08/2019	0	481
23/08/2019	0	507
22/08/2019	0	550
21/08/2019	2,8	596
20/08/2019	0	619
19/08/2019	0	624
18/08/2019	14,8	625
17/08/2019	19,8	615
16/08/2019	0	597
15/08/2019	13,8	575
14/08/2019	3,4	562
13/08/2019	0,2	626
12/08/2019	10,4	627
11/08/2019	0	640
10/08/2019	7,8	668
09/08/2019	2,4	731
08/08/2019	4,4	734
07/08/2019	0,6	727
06/08/2019	4,6	696
05/08/2019	26,4	585
04/08/2019	21,6	595

03/08/2019	0,6	622
02/08/2019	10,6	635
01/08/2019	0,2	663
31/07/2019	28,8	670
30/07/2019	21,6	673
29/07/2019	0	677
28/07/2019	1,2	525
27/07/2019	16,6	515
26/07/2019	6,2	518
25/07/2019	0,2	509
24/07/2019	3	517
23/07/2019	2,4	535
22/07/2019	13,8	547
21/07/2019	0,2	558
20/07/2019	13,4	560
19/07/2019	5,4	544
18/07/2019	1,8	539
17/07/2019	4,4	593
16/07/2019	3,2	662
15/07/2019	4	709
14/07/2019	0	723
13/07/2019	0,2	700
12/07/2019	2,2	634
11/07/2019	37,4	546
10/07/2019	22	483
09/07/2019	0	481
08/07/2019	10,4	529
07/07/2019	0,2	578
06/07/2019	0	592
05/07/2019	0	598
04/07/2019	0,2	602
03/07/2019	7,8	590
02/07/2019	1,2	570
01/07/2019	16,4	581
30/06/2019	7,4	627
29/06/2019	5,6	667
28/06/2019	1	675
27/06/2019	1	636
26/06/2019	15,8	583
25/06/2019	0,6	552
24/06/2019	16,4	527
23/06/2019	21,8	528
22/06/2019	1,8	569
21/06/2019	0	614
20/06/2019	0	640
19/06/2019	0,2	659

18/06/2019	0,8	668
17/06/2019	37,6	676
16/06/2019	5,8	688
15/06/2019	9	716
14/06/2019	10,8	728
13/06/2019	2,2	705
12/06/2019	14,4	674
11/06/2019	0,8	674
10/06/2019	16,2	659
09/06/2019	8	633
08/06/2019	3,6	622
07/06/2019	28,8	607
06/06/2019	15	615
05/06/2019	47,2	614
04/06/2019	0,6	595
03/06/2019	4	551
02/06/2019	13,2	501
01/06/2019	0,8	486
31/05/2019	3	484
30/05/2019	0	461
29/05/2019	0,8	445
28/05/2019	8,6	445
27/05/2019	3,2	491
26/05/2019	0,2	540
25/05/2019	3,8	549
24/05/2019	0,8	530
23/05/2019	13,6	512
22/05/2019	10,2	504
21/05/2019	20	538
20/05/2019	33,4	533
19/05/2019	0,2	501
18/05/2019	2	469
17/05/2019	1,4	442
16/05/2019	5,6	425
15/05/2019	46	416
14/05/2019	0	408
13/05/2019	0	423
12/05/2019	13	408
11/05/2019	51,8	373
10/05/2019	21,6	364
09/05/2019	2	358
08/05/2019	7	355
07/05/2019	4	356
06/05/2019	46,6	341
05/05/2019	1,4	338
04/05/2019	1,6	336

03/05/2019	0	335
02/05/2019	0,4	335
01/05/2019	0	335

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO F: Tabela de cotas médias mensais da estação fluviométrica Sítio Jaraguá (SJ), de 2002 a 2007.

Data	Cota SJ 2002-2003	Cota SJ 2003-2004	Cota SJ 2004-2005	Cota SJ 2005-2006	Cota SJ 2006-2007	Média 2002-2007
mai-00	466	450	647	589	671	564,6
jun-00	731	536	617	619	835	667,6
jul-00	662	640	582	725	806	683
ago-00	536	617	630	639	659	616,2
set-00	431	576	523	489	521	508
out-00	382	472	488	443	427	442,4
nov-00	370	439	413	415	437	414,8
dez-00	361	384	374	404	390	382,6
jan-01	350	372	377	443	373	383
fev-01	344	355	375	393	361	365,6
mar-01	342	354	349	359	357	352,2
abr-01	347	402	384	383	412	385,6

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO G: Tabela de dados da curva-chave de Sítio Jaraguá.

Sítio Jaraguá	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14570000	01/10/2009	381	17,889
14570000	02/07/2009	509	79,569
14570000	09/12/2008	471	54,2
14570000	30/08/2008	638	171,29
14570000	03/06/2008	683	251
14570000	13/12/2007	451	48,566
14570000	17/08/2007	650	209,036
14570000	14/04/2007	372	7,331
14570000	17/07/2006	833	311,639
14570000	20/10/2005	422	25,175
14570000	19/07/2005	709	272,936
14570000	25/10/2004	469	58,6
14570000	14/08/2004	714	322,98
14570000	06/11/2003	501	81,5
14570000	19/08/2003	673	249
14570000	11/03/2003	338	2,27

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO H: Tabela da curva-chave de Boa Vista.

Boa Vista	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14620000	21/11/2019	322	2680
14620000	31/10/2019	166	1160
14620000	10/09/2019	259	1864
14620000	05/07/2019	548	5600
14620000	27/04/2019	57	531,719
14620000	08/03/2019	8	330
14620000	13/12/2018	122	846
14620000	20/10/2018	153	1060
14620000	07/07/2018	826	10200
14620000	06/07/2018	815	9999
14620000	05/07/2018	804	9780
14620000	04/07/2018	794	9550
14620000	12/06/2018	500	4676
14620000	28/05/2018	477	4386
14620000	19/04/2018	46	487
14620000	24/03/2018	-8	251
14620000	23/02/2018	60	565
14620000	29/09/2017	248	1819
14620000	25/08/2017	262	1938
14620000	01/08/2017	647	6780
14620000	08/07/2017	822	10940
14620000	28/06/2017	725	8690
14620000	26/06/2017	644	7344
14620000	19/04/2017	220	1779
14620000	19/03/2017	215	1578
14620000	16/03/2017	244	1939
14620000	02/02/2017	85	701
14620000	14/08/2015	186	1368
14620000	12/08/2015	214	1531
14620000	23/07/2015	440	4054
14620000	20/07/2015	260	2005
14620000	24/02/2015	5	299
14620000	30/05/2014	169	1325
14620000	09/01/2014	147	1152
14620000	13/12/2013	151	1154
14620000	05/12/2013	239	1846
14620000	29/10/2013	142	1047
14620000	02/10/2013	189	1338
14620000	29/08/2013	362	3149
14620000	12/08/2013	580	6058
14620000	02/08/2013	507	4876
14620000	16/07/2013	486	4816
14620000	25/06/2013	363	3027

14620000	11/06/2013	480	4590
14620000	30/05/2013	502	4685
14620000	21/05/2013	489	4898
14620000	23/04/2013	173	1431
14620000	12/04/2013	40	427
14620000	07/12/2012	222	1798
14620000	20/11/2012	128	980,18

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO I: Tabela da curva-chave de Fazenda Passarão.

Fazenda Passarão	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14515000	22/11/2019	755	1490
14515000	30/10/2019	661	841
14515000	04/09/2019	738	1269,014
14515000	27/06/2019	984	3150
14515000	30/04/2019	574	502,323
14515000	26/02/2019	556	329,18
14515000	14/12/2018	624	609
14515000	26/10/2018	733	1281
14515000	16/06/2018	994	3328
14515000	24/04/2018	585	478
14515000	24/02/2018	566	408
14515000	25/09/2017	612	1668
14515000	05/08/2017	1067	3915,25
14515000	08/07/2017	1210	4474,5
14515000	29/06/2017	1184	5074,4
14515000	20/04/2017	752	1470
14515000	17/03/2017	757	1486
14515000	03/02/2017	622	664,1
14515000	20/10/2016	588	526,4
14515000	16/09/2016	760	1416,85
14515000	11/06/2016	806	1760
14515000	23/03/2016	496	195,71
14515000	17/09/2015	634	763,816
14515000	23/06/2015	850	2187,494
14515000	20/03/2015	566	422,618
14515000	27/09/2014	624	686
14515000	14/07/2014	843	1985,54
14515000	31/03/2014	620	703,889
14515000	20/09/2013	798	1476,77
14515000	26/06/2013	827	1944,58
14515000	20/03/2013	610	646,8
14515000	17/12/2012	691	1105,61
14515000	26/09/2012	658	857,94
14515000	31/05/2012	875	2527,5
14515000	28/02/2012	717	1230,902
14515000	11/11/2011	720	1207,339
14515000	08/08/2011	766	1543,876
14515000	26/04/2011	815	1792,253
14515000	30/11/2010	878	2393,824
14515000	03/09/2010	819	1984,197
14515000	12/05/2010	982	3532
14515000	10/02/2010	534	204,78
14515000	30/06/2009	797	1602,235

14515000	08/12/2008	813	1878,441
14515000	01/09/2008	1016	3407,444
14515000	06/06/2008	1130	4772
14515000	04/12/2007	683	1008
14515000	12/04/2007	666	945
14515000	28/07/2006	1076	3867,495
14515000	31/10/2005	603	596,447
14515000	29/07/2005	1027	3785,543
14515000	02/12/2004	582	567,478
14515000	17/09/2004	874	2427,47
14515000	09/06/2004	970	3188,97
14515000	13/12/2003	572	512
14515000	18/09/2003	755	1441,424
14515000	16/04/2003	523	229
14515000	17/10/2002	583	317,3
14515000	06/07/2002	1144	4994,5
14515000	07/02/2002	548	347
14515000	06/11/2001	662	792
14515000	27/07/2001	779	1458
14515000	22/01/2001	591	374
14515000	25/10/2000	688	936
14515000	29/07/2000	986	3081
14515000	27/05/2000	1077	3907
14515000	03/02/2000	802	1846
14515000	18/11/1999	691	994
14515000	28/08/1999	1067	3822
14515000	26/05/1999	685	951
14515000	05/03/1999	736	1277
14515000	28/11/1998	633	729
14515000	15/09/1998	713	1092
14515000	31/05/1998	976	3278
14515000	21/02/1998	590	476
14515000	02/12/1997	567	364
14515000	15/08/1997	781	1562
14515000	16/05/1997	778	1613
14515000	11/12/1996	623	883
14515000	22/08/1996	975	3144
14515000	08/07/1996	1125	3647
14515000	18/02/1996	772	1587
14515000	23/10/1995	587	503
14515000	09/05/1995	533	269
14515000	15/02/1995	507	182
14515000	01/09/1994	829	1702
14515000	23/05/1994	973	3324
14515000	25/09/1993	626	596
14515000	29/09/1992	574	364

14515000	26/05/1992	619	502
14515000	05/10/1991	662	752
14515000	27/12/1990	666	804
14515000	15/11/1990	641	642
14515000	11/07/1990	1046	3603
14515000	05/10/1989	791	1555
14515000	19/05/1989	922	2711
14515000	17/02/1989	693	1053
14515000	14/12/1988	889	2469
14515000	22/09/1988	743	1257
14515000	22/06/1988	793	1637
14515000	26/03/1988	522	264
14515000	06/12/1987	549	337
14515000	03/09/1987	767	1521
14515000	04/07/1987	784	1574
14515000	01/04/1987	511	180
14515000	28/01/1987	544	325
14515000	25/11/1986	650	857
14515000	20/09/1986	621	721
14515000	27/06/1986	1095	4115
14515000	06/04/1986	556	412
14515000	28/01/1986	565	431
14515000	21/11/1985	604	567
14515000	13/08/1985	1098	4100
14515000	25/06/1985	849	2123
14515000	29/03/1985	520	211
14515000	23/01/1985	632	725
14515000	07/12/1984	637	766
14515000	23/08/1984	839	1900
14515000	22/06/1984	952	3294
14515000	12/03/1984	567	445
14515000	20/01/1984	548	359
14515000	19/11/1983	547	340
14515000	24/09/1983	576	461
14515000	18/07/1983	614	661
14515000	10/05/1983	826	2008
14515000	16/03/1983	504	130
14515000	19/02/1983	513	171
14515000	29/01/1983	532	227
14515000	26/11/1982	539	261
14515000	25/09/1982	600	552
14515000	12/07/1982	946	2933
14515000	30/04/1982	798	1789
14515000	24/03/1982	676	954
14515000	22/01/1982	585	674
14515000	28/11/1981	609	448

14515000	17/10/1981	751	664
14515000	30/07/1981	963	2704
14515000	18/06/1981	1006	3608
14515000	06/12/1980	627	718
14515000	17/10/1980	660	920
14515000	02/09/1980	820	2135
14515000	05/05/1980	777	1517
14515000	29/02/1980	522	232
14515000	05/12/1979	602	504
14515000	10/10/1979	633	760
14515000	26/06/1979	1001	2961
14515000	02/05/1979	683	1048
14515000	10/02/1979	556	580
14515000	10/12/1978	574	445
14515000	25/10/1978	655	814
14515000	07/08/1978	898	2195
14515000	17/06/1978	937	2671
14515000	11/11/1977	614	568
14515000	11/09/1977	712	1071
14515000	11/07/1977	1069	3588
14515000	05/06/1977	819	1791
14515000	06/05/1977	627	665

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO J: Tabela da curva-chave de Mucajaí.

Mucajaí	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14690000	27/11/2019	1125	606
14690000	24/10/2019	998	332
14690000	02/09/2019	1110	546,976
14690000	04/07/2019	1323	1090
14690000	24/04/2019	815	56,044
14690000	21/02/2019	877	124,69
14690000	27/12/2018	927	182
14690000	22/10/2018	1047	454
14690000	15/06/2018	1367	1306
14690000	20/04/2018	969	287
14690000	22/02/2018	926	227
14690000	28/09/2017	1096	575
14690000	03/08/2017	1386	1127,3
14690000	10/07/2017	1558	1487,65
14690000	01/07/2017	1472	1234
14690000	24/04/2017	1027	417
14690000	18/03/2017	1027	400
14690000	04/02/2017	915	190,75
14690000	15/09/2016	1057	426,862
14690000	17/06/2016	1122	524,65
14690000	22/03/2016	763	23,1
14690000	16/09/2015	938	223
14690000	24/06/2015	1088	501,705
14690000	19/03/2015	826	67,704
14690000	01/10/2014	916	192
14690000	17/07/2014	1255	895,82
14690000	24/03/2014	857	104,58
14690000	23/09/2013	1105	556,863
14690000	02/07/2013	1122	591
14690000	21/03/2013	881	145,19
14690000	19/12/2012	931	223,74
14690000	28/09/2012	1015	377,02
14690000	29/05/2012	1069	475,1
14690000	23/11/2011	1211	827,783
14690000	05/08/2011	1451	1417,553
14690000	02/05/2011	1018	388,923
14690000	29/11/2010	1111	530
14690000	07/09/2010	1110	661,411
14690000	04/05/2010	1148	720,29
14690000	02/02/2010	834	72,286
14690000	29/09/2009	966	509
14690000	26/06/2009	1243	989,299
14690000	29/11/2008	1081	579,021

14690000	02/09/2008	1292	821,279
14690000	07/06/2008	1434	1563
14690000	08/12/2007	988	326,591
14690000	20/08/2007	1357	1207
14690000	13/04/2007	931	144
14690000	19/07/2006	1451	1239,056
14690000	19/10/2005	1028	398,658
14690000	20/07/2005	1479	1554,722
14690000	13/11/2004	981	335,749
14690000	06/09/2004	1110	585,405
14690000	05/06/2004	1369	1219,02
14690000	15/12/2003	928	212,897
14690000	16/09/2003	1203	847,328
14690000	19/04/2003	973	301,972
14690000	05/10/2002	998	286
14690000	02/02/2002	854	94,5
14690000	31/10/2001	945	252
14690000	23/07/2001	1265	890
14690000	20/01/2001	925	199
14690000	23/10/2000	1069	477
14690000	30/07/2000	1315	1067
14690000	23/05/2000	1365	1090
14690000	21/01/2000	1084	519
14690000	20/11/1999	1064	483
14690000	29/08/1999	1352	930
14690000	22/05/1999	1100	563
14690000	14/02/1999	1090	544
14690000	29/11/1998	950	242
14690000	11/09/1998	1053	426
14690000	26/05/1998	1235	607
14690000	20/02/1998	901	155
14690000	06/12/1997	856	99,8
14690000	20/08/1997	1056	461
14690000	27/05/1997	1042	437
14690000	08/12/1996	948	236
14690000	26/08/1996	1378	1455
14690000	02/07/1996	1231	1013
14690000	24/02/1996	924	204
14690000	17/10/1995	952	240

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO L: Tabela da curva-chave de Fé Esperança.

Fé Esperança	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14680001	23/11/2019	329	385
14680001	22/10/2019	263	239
14680001	28/08/2019	310	325,101
14680001	07/07/2019	366	460
14680001	04/05/2019	189	96,631
14680001	18/02/2019	209	127
14680001	01/11/2018	267	232
14680001	21/07/2018	445	664
14680001	18/05/2018	560	1009
14680001	10/02/2018	189	65,9
14680001	24/10/2017	272	242,7
14680001	20/07/2017	445	702
14680001	26/04/2017	245	192,92
14680001	21/02/2017	217	145,87
14680001	24/10/2016	213	131
14680001	27/07/2016	431	671,139
14680001	02/11/2015	190	86,3
14680001	04/08/2015	294	302,406
14680001	17/03/2015	174	61,25
14680001	11/12/2014	261	221,472
14680001	19/08/2014	333	391,56
14680001	08/05/2014	312	345,571
14680001	26/11/2013	271	377
14680001	30/07/2013	329	376,63
14680001	30/04/2013	383	531,59
14680001	21/11/2012	240	176,57
14680001	01/08/2012	348	438,351
14680001	30/04/2012	523	944,061
14680001	20/01/2012	242	183,501
14680001	14/10/2011	347	421,855
14680001	30/06/2011	393	568,097
14680001	21/03/2011	328	394,335
14680001	04/11/2010	262	221,535
14680001	19/07/2010	419	659,604
14680001	27/03/2010	167	62,198
14680001	27/11/2009	224	125
14680001	24/08/2009	344	421,673
14680001	15/05/2009	291	288,219
14680001	20/11/2008	323	354,444
14680001	12/08/2008	401	656,668
14680001	07/04/2008	232	162,667
14680001	10/07/2007	407	623,654
14680001	18/07/2006	461	817,329

14680001	28/10/2005	268	213,909
14680001	28/07/2005	492	888,805
14680001	12/11/2004	248	173,325
14680001	07/09/2004	310	328,025
14680001	07/06/2004	450	724,96
14680001	22/12/2003	224	147
14680001	13/09/2003	360	472,948
14680001	21/04/2003	237	163,945
14680001	22/10/2002	262	199
14680001	05/07/2002	528	868
14680001	04/02/2002	182	66,9
14680001	01/11/2001	374	515
14680001	25/07/2001	336	392
14680001	24/01/2001	229	150
14680001	24/10/2000	311	349
14680001	28/07/2000	422	647
14680001	22/05/2000	462	749
14680001	20/01/2000	322	325
14680001	19/11/1999	307	327
14680001	27/08/1999	524	880
14680001	23/05/1999	345	424
14680001	15/02/1999	350	429
14680001	26/11/1998	245	176
14680001	27/05/1998	335	392
14680001	24/02/1998	168	46
14680001	08/12/1997	183	75,8
14680001	21/08/1997	277	247
14680001	23/05/1997	281	266
14680001	12/12/1996	246	163
14680001	02/09/1996	346	425
14680001	10/07/1996	344	431
14680001	16/02/1996	293	291
14680001	21/10/1995	220	135
14680001	12/05/1995	194	75,9
14680001	22/02/1995	166	42,7
14680001	30/08/1994	377	486
14680001	24/05/1994	411	570
14680001	09/10/1993	253	325
14680001	29/05/1992	229	121
14680001	22/10/1991	274	223
14680001	13/11/1990	280	218
14680001	12/07/1990	477	720
14680001	07/03/1990	297	269
14680001	07/10/1989	314	319
14680001	17/05/1989	351	412
14680001	10/02/1989	302	300

14680001	16/12/1988	322	340
14680001	24/09/1988	329	365
14680001	23/06/1988	351	450
14680001	24/03/1988	170	59,4
14680001	22/11/1987	234	152
14680001	31/08/1987	343	413
14680001	10/07/1987	344	427
14680001	02/04/1987	165	42,1
14680001	02/02/1987	232	148
14680001	27/11/1986	332	394
14680001	28/08/1986	272	232
14680001	25/06/1986	538	928
14680001	04/04/1986	183	73,7
14680001	14/01/1986	195	87,8
14680001	17/11/1985	219	125
14680001	10/08/1985	401	569
14680001	26/06/1985	316	347
14680001	22/03/1985	180	66,4
14680001	27/01/1985	239	168
14680001	01/12/1984	257	204
14680001	21/08/1984	353	448
14680001	20/06/1984	335	405
14680001	11/03/1984	177	64,8
14680001	19/01/1984	185	76,5
14680001	18/11/1983	184	94,3
14680001	29/09/1983	215	121
14680001	20/07/1983	269	235
14680001	18/05/1983	274	250
14680001	07/03/1983	160	40,6
14680001	17/02/1983	155	32,7
14680001	22/01/1983	185	67
14680001	19/11/1982	198	87,8
14680001	15/09/1982	263	211
14680001	15/07/1982	351	430
14680001	05/05/1982	455	651
14680001	06/03/1982	212	87,5
14680001	07/01/1982	228	115
14680001	20/11/1981	234	115
14680001	14/10/1981	308	138
14680001	11/07/1981	480	797
14680001	20/06/1981	400	557
14680001	05/05/1981	301	165
14680001	09/03/1981	219	66,3
14680001	07/01/1981	228	110
14680001	03/12/1980	231	147
14680001	10/10/1980	269	249

14680001	08/09/1980	278	248
14680001	11/07/1980	330	485
14680001	16/04/1980	155	35,3
14680001	27/02/1980	140	36,8
14680001	25/11/1979	260	192
14680001	13/10/1979	234	155
14680001	26/09/1979	261	209
14680001	12/06/1979	341	700
14680001	10/05/1979	235	151
14680001	15/02/1979	168	52,4
14680001	14/11/1978	238	193
14680001	08/10/1978	270	261
14680001	11/08/1978	787	324
14680001	09/11/1977	255	190
14680001	20/09/1977	305	297
14680001	06/07/1977	480	769
14680001	03/06/1977	341	419
14680001	14/05/1977	314	348
14680001	07/04/1977	283	269
14680001	09/03/1977	241	170
14680001	09/02/1977	197	93,8
14680001	23/01/1977	214	109
14680001	21/12/1976	248	179
14680001	18/11/1976	260	193
14680001	11/10/1976	298	277
14680001	11/09/1976	330	361
14680001	09/08/1976	405	566
14680001	13/07/1976	483	780
14680001	22/06/1976	592	1083
14680001	16/05/1976	630	1207
14680001	19/04/1976	370	496
14680001	25/03/1976	315	334
14680001	04/02/1976	277	237
14680001	19/01/1976	273	222
14680001	06/12/1975	285	256
14680001	05/11/1975	260	206
14680001	15/10/1975	286	262
14680001	11/09/1975	350	423
14680001	02/08/1975	428	639
14680001	06/07/1975	339	414
14680001	24/06/1975	351	437
14680001	22/05/1975	310	332
14680001	07/04/1975	204	94,7
14680001	08/03/1975	207	98,8
14680001	21/02/1975	205	104
14680001	07/12/1974	284	250

14680001	06/12/1974	237	156
14680001	09/11/1974	273	225
14680001	04/10/1974	343	405
14680001	04/09/1974	369	469
14680001	09/08/1974	382	496
14680001	21/07/1974	387	519
14680001	17/06/1974	306	270
14680001	22/05/1974	225	116
14680001	18/04/1974	276	225
14680001	09/03/1974	235	155
14680001	16/02/1974	270	213
14680001	08/01/1974	302	259
14680001	07/12/1973	286	262

Fonte: Hidroweb (ANA).

ANEXO M: Tabela da curva-chave de Fazenda Recreio (Jean Oliveira).

Fazenda Recreio	Data	Cota (cm)	Vazão (m³/s)
14235200	11/10/2019	416	33,9
14235200	25/07/2019	506	103
14235200	26/06/2019	585	188
14235200	14/06/2019	731	369
14235200	30/05/2019	460	80,5
14235200	16/04/2019	336	1,25

Fonte: Jean Oliveira (Profágua 2018).

ANEXO N: Tabela de vazão média móvel de 7 dias de Fazenda Recreio por simulação hidrológica.

FAZENDA RECREIO	Rio Cauamé	Vazão média móvel	Mínima média móvel
Data	Vazão (m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
30/04/2020	6,1812		-0,204
29/04/2020	6,6441		
28/04/2020	7,5777		
27/04/2020	8,5217		
26/04/2020	9,9572		
25/04/2020	10,4409		
24/04/2020	12,4017	8,817785714	
23/04/2020	14,4041	9,992485714	
22/04/2020	19,5921	11,8422	
21/04/2020	21,1992	13,78812857	
20/04/2020	6,1812	13,45377143	
19/04/2020	3,4584	12,52537143	
18/04/2020	3,0137	11,46434286	
17/04/2020	3,9057	10,25062857	
16/04/2020	3,4584	8,686957143	
15/04/2020	3,4584	6,382142857	
14/04/2020	4,3556	3,975914286	
13/04/2020	4,3556	3,715114286	
12/04/2020	4,3556	3,843285714	
11/04/2020	4,3556	4,034985714	
10/04/2020	5,2632	4,228914286	
09/04/2020	5,7209	4,552128571	
08/04/2020	6,1812	4,9411	
07/04/2020	5,2632	5,070757143	
06/04/2020	4,3556	5,070757143	
05/04/2020	3,4584	4,942585714	
04/04/2020	3,4584	4,814414286	
03/04/2020	3,4584	4,556585714	
02/04/2020	3,4584	4,233371429	
01/04/2020	3,0137	3,780871429	
31/03/2020	3,4584	3,523042857	
30/03/2020	3,4584	3,394871429	
29/03/2020	3,4584	3,394871429	
28/03/2020	3,4584	3,394871429	
27/03/2020	3,4584	3,394871429	
26/03/2020	3,0137	3,331342857	
25/03/2020	3,9057	3,458771429	
24/03/2020	3,9057	3,522671429	
23/03/2020	3,9057	3,586571429	
22/03/2020	3,9057	3,650471429	
21/03/2020	3,9057	3,714371429	

20/03/2020	3,9057	3,778271429
19/03/2020	3,9057	3,9057
18/03/2020	3,9057	3,9057
17/03/2020	4,3556	3,969971429
16/03/2020	4,3556	4,034242857
15/03/2020	4,3556	4,098514286
14/03/2020	3,9057	4,098514286
13/03/2020	4,3556	4,162785714
12/03/2020	4,3556	4,227057143
11/03/2020	4,3556	4,291328571
10/03/2020	4,3556	4,291328571
09/03/2020	4,8081	4,355971429
08/03/2020	4,8081	4,420614286
07/03/2020	4,8081	4,549528571
06/03/2020	4,3556	4,549528571
05/03/2020	5,2632	4,679185714
04/03/2020	5,2632	4,808842857
03/03/2020	5,7209	5,003885714
02/03/2020	5,7209	5,134285714
01/03/2020	5,2632	5,1993
29/02/2020	5,7209	5,3297
28/02/2020	5,2632	5,459357143
27/02/2020	5,7209	5,524742857
26/02/2020	6,1812	5,655885714
25/02/2020	6,1812	5,721642857
24/02/2020	6,1812	5,7874
23/02/2020	6,1812	5,918542857
22/02/2020	5,7209	5,918542857
21/02/2020	6,1812	6,049685714
20/02/2020	6,6441	6,181571429
19/02/2020	7,1096	6,3142
18/02/2020	7,1096	6,446828571
17/02/2020	7,5777	6,646328571
16/02/2020	7,5777	6,845828571
15/02/2020	7,5777	7,111085714
14/02/2020	8,0484	7,377828571
13/02/2020	8,0484	7,578442857
12/02/2020	8,0484	7,712557143
11/02/2020	8,0484	7,846671429
10/02/2020	8,5217	7,981528571
09/02/2020	8,5217	8,116385714
08/02/2020	8,5217	8,251242857
07/02/2020	8,9976	8,386842857
06/02/2020	9,4761	8,5908
05/02/2020	9,9572	8,863485714
04/02/2020	9,9572	9,136171429

03/02/2020	10,4409	9,410342857	
02/02/2020	10,4409	9,684514286	
01/02/2020	10,4409	9,958685714	
31/01/2020	10,9272	10,23434286	
30/01/2020	10,9272	10,44164286	
29/01/2020	9,9572	10,44164286	
28/01/2020	9,4761	10,37291429	
27/01/2020	9,9572	10,30381429	
26/01/2020	10,9272	10,37328571	
25/01/2020	12,4017	10,6534	
24/01/2020	13,8996	11,07802857	
23/01/2020	13,8996	11,50265714	
22/01/2020	13,8996	12,06585714	
21/01/2020	14,9112	12,8423	
20/01/2020	14,9112	13,55001429	
19/01/2020	14,9112	14,11915714	
18/01/2020	15,9332	14,62365714	
17/01/2020	15,9332	14,91417143	
16/01/2020	15,4209	15,1315	
15/01/2020	15,4209	15,34882857	
14/01/2020	15,4209	15,42164286	
13/01/2020	15,9332	15,56764286	
12/01/2020	15,9332	15,71364286	
11/01/2020	16,4481	15,7872	
10/01/2020	16,4481	15,86075714	
09/01/2020	16,9656	16,08142857	
08/01/2020	16,9656	16,3021	
07/01/2020	17,4857	16,59707143	
06/01/2020	17,4857	16,81885714	
05/01/2020	18,0084	17,11531429	
04/01/2020	18,5337	17,41325714	
03/01/2020	19,0616	17,78661429	
02/01/2020	20,1252	18,23798571	
01/01/2020	20,6609	18,76588571	
31/12/2019	21,7401	19,37365714	
30/12/2019	22,2836	20,05907143	
29/12/2019	23,3784	20,82621429	
28/12/2019	23,9297	21,59707143	
27/12/2019	25,0401	22,45114286	
26/12/2019	26,1609	23,31338571	
25/12/2019	26,7252	24,17971429	
24/12/2019	26,7252	24,89187143	
23/12/2019	27,2921	25,60737143	
22/12/2019	28,4337	26,32955714	
21/12/2019	30,1656	27,2204	
20/12/2019	31,3332	28,11941429	

19/12/2019	33,6996	29,19637143
18/12/2019	37,3272	30,71094286
17/12/2019	41,0484	32,75711429
16/12/2019	51,4292	36,20527143
15/12/2019	66,7896	41,68468571
14/12/2019	64,6209	46,60687143
13/12/2019	33,6996	46,94492857
12/12/2019	24,4836	45,62835714
11/12/2019	25,0401	43,87305714
10/12/2019	25,5992	41,66602857
09/12/2019	25,5992	37,97602857
08/12/2019	25,0401	32,01181429
07/12/2019	26,1609	26,51752857
06/12/2019	26,7252	25,52118571
05/12/2019	27,8616	26,00375714
04/12/2019	29,0084	26,57065714
03/12/2019	30,7481	27,30621429
02/12/2019	33,1041	28,37834286
01/12/2019	35,5017	29,87285714
30/11/2019	38,5572	31,64375714
29/11/2019	43,5812	34,05175714
28/11/2019	52,1001	37,5144
27/11/2019	74,1876	43,96857143
26/11/2019	124,9457	57,42537143
25/11/2019	164,4984	76,19598571
24/11/2019	158,4372	93,7582
23/11/2019	115,9617	104,8159857
22/11/2019	94,6392	112,1099857
21/11/2019	142,7316	125,0573429
20/11/2019	146,5956	135,4013429
19/11/2019	137,9601	137,2605429
18/11/2019	87,3609	126,2409
17/11/2019	34,8984	108,5925
16/11/2019	16,4481	94,37627143
15/11/2019	16,9656	83,28004286
14/11/2019	17,4857	65,38777143
13/11/2019	18,0084	47,01817143
12/11/2019	18,0084	29,88221429
11/11/2019	18,5337	20,04975714
10/11/2019	19,0616	17,78735714
09/11/2019	19,5921	18,2365
08/11/2019	20,1252	18,68787143
07/11/2019	21,1992	19,21837143
06/11/2019	21,7401	19,75147143
05/11/2019	20,6609	20,1304
04/11/2019	20,6609	20,43428571

03/11/2019	21,1992	20,73965714
02/11/2019	21,7401	21,04651429
01/11/2019	22,2836	21,35485714
31/10/2019	22,8297	21,58778571
30/10/2019	23,9297	21,90058571
29/10/2019	25,5992	22,60605714
28/10/2019	27,2921	23,55337143
27/10/2019	29,5857	24,75144286
26/10/2019	31,9209	26,20584286
25/10/2019	36,7161	28,26762857
24/10/2019	40,4217	30,78077143
23/10/2019	41,0484	33,2263
22/10/2019	32,5112	34,21372857
21/10/2019	33,6996	35,12908571
20/10/2019	34,8984	35,88804286
19/10/2019	34,2977	36,22758571
18/10/2019	34,8984	35,96791429
17/10/2019	34,2977	35,09305714
16/10/2019	32,5112	33,87345714
15/10/2019	31,3332	33,70517143
14/10/2019	33,6996	33,70517143
13/10/2019	36,7161	33,96484286
12/10/2019	38,5572	34,57334286
11/10/2019	39,7976	35,27322857
10/10/2019	39,7976	36,05892857
09/10/2019	38,5572	36,92264286
08/10/2019	39,7976	38,13184286
07/10/2019	39,7976	39,00298571
06/10/2019	39,7976	39,4432
05/10/2019	39,7976	39,6204
04/10/2019	42,3096	39,97925714
03/10/2019	49,4321	41,35561429
02/10/2019	63,1881	44,87431429
01/10/2019	93,8201	52,59181429
30/09/2019	102,1281	61,49617143
29/09/2019	81,0681	67,39195714
28/09/2019	53,4497	69,34225714
27/09/2019	40,4217	69,07255714
26/09/2019	42,9441	68,1457
25/09/2019	48,1137	65,99221429
24/09/2019	53,4497	60,22501429
23/09/2019	61,0584	54,35791429
22/09/2019	56,1801	50,80248571
21/09/2019	61,0584	51,88944286
20/09/2019	77,9841	57,2555
19/09/2019	78,7512	62,3708

18/09/2019	70,4561	65,56257143
17/09/2019	57,5609	66,14988571
16/09/2019	47,4584	64,20702857
15/09/2019	46,8057	62,86782857
14/09/2019	54,1284	61,87782857
13/09/2019	68,2484	60,48701429
12/09/2019	68,9817	59,09137143
11/09/2019	65,3412	58,36067143
10/09/2019	58,9521	58,55941429
09/09/2019	58,2552	60,10181429
08/09/2019	56,8692	61,53945714
07/09/2019	55,4936	61,73448571
06/09/2019	56,1801	60,01044286
05/09/2019	58,2552	58,47808571
04/09/2019	58,9521	57,56535714
03/09/2019	68,2484	58,8934
02/09/2019	84,9816	62,71145714
01/09/2019	93,8201	67,99015714
31/08/2019	87,3609	72,54262857
30/08/2019	71,1972	74,68792857
29/08/2019	54,1284	74,09838571
28/08/2019	57,5609	73,89964286
27/08/2019	61,7657	72,97354286
26/08/2019	65,3412	70,16777143
25/08/2019	73,4361	67,25577143
24/08/2019	85,7721	67,0288
23/08/2019	107,2377	72,17744286
22/08/2019	146,5956	85,38704286
21/08/2019	194,0216	104,8814286
20/08/2019	219,7977	127,4574286
19/08/2019	225,5832	150,3491429
18/08/2019	226,7481	172,2508571
17/08/2019	215,2161	190,7428571
16/08/2019	195,1137	203,2965714
15/08/2019	171,6881	206,8812143
14/08/2019	158,4372	201,7977286
13/08/2019	227,9156	202,9574286
12/08/2019	229,0857	203,4577857
11/08/2019	244,5336	205,9985714
10/08/2019	279,2984	215,1531857
09/08/2019	364,9721	239,4186714
08/08/2019	369,3092	267,6502571
07/08/2019	359,2257	296,3343286
06/08/2019	316,1016	308,9323286
05/08/2019	182,1801	302,2315286
04/08/2019	192,9321	294,8598857

03/08/2019	223,2612	286,8545714	
02/08/2019	238,5401	268,7928571	
01/08/2019	272,9409	255,0259571	
31/07/2019	281,8596	243,9736571	
30/07/2019	285,7209	239,6335571	
29/07/2019	290,9057	255,1657857	
28/07/2019	123,1281	245,1937857	
27/07/2019	114,1961	229,6130571	
26/07/2019	116,8484	212,2285286	
25/07/2019	108,9617	188,8029286	
24/07/2019	115,9617	165,1032286	
23/07/2019	132,3201	143,1888286	
22/07/2019	143,6937	122,1585429	
21/07/2019	154,4484	126,6328714	
20/07/2019	156,4376	132,6673714	
19/07/2019	140,8152	136,0912	
18/07/2019	136,0697	139,9637714	
17/07/2019	190,7609	150,6493714	
16/07/2019	271,6772	170,5575286	
15/07/2019	333,8817	197,7272429	
14/07/2019	353,5209	226,1661714	
13/07/2019	321,5256	249,7501714	
12/07/2019	237,3492	263,5407429	
11/07/2019	142,7316	264,4924429	
10/07/2019	87,3609	249,7210143	
09/07/2019	85,7721	223,1631429	
08/07/2019	126,7737	193,5762857	
07/07/2019	174,8084	168,0459286	
06/07/2019	189,6792	149,2107286	
05/07/2019	196,2084	143,3334714	
04/07/2019	200,6132	151,6022714	
03/07/2019	187,5236	165,9112286	
02/07/2019	166,5396	177,4494429	
01/07/2019	177,9521	184,7606429	
30/06/2019	229,0857	192,5145429	
29/06/2019	278,0217	205,1349	
28/06/2019	288,3081	218,292	
27/06/2019	239,7336	223,8806286	
26/06/2019	180,0609	222,8145286	
25/06/2019	148,5432	220,2436143	
24/06/2019	124,9457	212,6712714	
23/06/2019	125,8584	197,9245143	
22/06/2019	165,5177	181,8525143	
21/06/2019	214,0772	171,2481	
20/06/2019	244,5336	171,9338143	
19/06/2019	267,9017	184,4825	

18/06/2019	279,2984	203,1618143
17/06/2019	289,6056	226,6846571
16/06/2019	305,3784	252,3303714
15/06/2019	343,6376	277,7760714
14/06/2019	360,6584	298,7162429
13/06/2019	328,3641	310,6920286
12/06/2019	287,0132	313,4222429
11/06/2019	287,0132	314,5243571
10/06/2019	267,9017	311,4238
09/06/2019	236,1609	301,5355857
08/06/2019	223,2612	284,3389571
07/06/2019	206,1777	262,2702857
06/06/2019	215,2161	246,1062857
05/06/2019	214,0772	235,6868571
04/06/2019	192,9321	222,2467
03/06/2019	147,5681	205,0561857
02/06/2019	102,1281	185,9086429
01/06/2019	89,7636	166,8375571
31/05/2019	88,1592	149,9777714
30/05/2019	70,4561	129,2977714
29/05/2019	58,9521	107,1370429
28/05/2019	58,9521	87,99704286
27/05/2019	93,8201	80,31875714
26/05/2019	137,0136	85,3024
25/05/2019	145,6257	93,2827
24/05/2019	127,6916	98,93018571
23/05/2019	111,5672	104,8032
22/05/2019	104,6712	111,3345
21/05/2019	135,1284	122,2168286
20/05/2019	130,4609	127,4512286
19/05/2019	102,1281	122,4675857
18/05/2019	76,4577	112,5864429
17/05/2019	56,8692	102,4689571
16/05/2019	45,5081	93,03194286
15/05/2019	39,7976	83,76428571
14/05/2019	34,8984	69,44571429
13/05/2019	44,2209	57,12571429
12/05/2019	34,8984	47,52147143
11/05/2019	15,4209	38,80192857
10/05/2019	10,9272	32,23878571
09/05/2019	8,0484	26,8874
08/05/2019	6,6441	22,15118571
07/05/2019	7,1096	18,18135714
06/05/2019	0,4001	11,92124286
05/05/2019	-0,8716	6,811242857
04/05/2019	-1,7064	4,364485714

03/05/2019	-2,1199	2,500614286
02/05/2019	-2,1199	1,048
01/05/2019	-2,1199	-0,204

Fonte: O autor.