



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EWERTON MORAES AOOD

REGIME HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO BRANCO NA ESTAÇÃO DE CARACARAÍ EM RORAIMA -RR

**Belém – PA
Março – 2018**

EWERTON MORAES AOOD

**REGIME HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO BRANCO NA ESTAÇÃO
DE CARACARAÍ EM RORAIMA - RR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia. Orientador: Msc. José carvalho de Moraes.

Belém – PA

Março – 2018

EWERTON MORAES AOOD

**REGIME HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO BRANCO NA ESTAÇÃO
DE CARACARAI - RR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal do Pará, como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Bacharel em Meteorologia.

Data de aprovação: 15 / 04 / 2018

Conceito: Excelente

Banca examinadora:

Prof^a. José Carvalho de Moraes - Orientador
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Maria do Carmo Felipe de Oliveira - Membro
Mestre em Meteorologia Agrícola
Universidade Federal do Pará

Adriana Alves de carvalho - Membro
Mestre em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia.
Universidade Federal do Pará

DEDICATÓRIA

Agradeço em primeiro lugar a Deus e os bons espíritos que iluminaram o meu caminho durante esta caminhada e por ter me dando um proposito na vida e não ter me deixado esmorecer nos momentos difíceis.

Aos meus pais e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu anjo da guarda e toda espiritualidade que sempre ouviram minhas preces e pedidos para seguir com firmeza a cada dia de luta até a conclusão deste trabalho;

A minha adorável família, pelo incentivo que sempre me deu. Especial agradecimento aos meus pais Angela e Walfredo, minha tia Ozani por sempre ouvirem minhas lamentações e sempre terem palavras positivas, de incentivo e de autoconfiança;

A minha irmã, Priscila pelos conselhos que me direcionaram nessa trajetória;

A minha namorada Adriana, pela paciência, compreensão, carinho e apoio em todos os momentos dessa jornada;

Aos meus amigos Gabriel, Lucas, F.higuchi, João Paulo, F.Menezes, Elthon pelos momentos de força, união e algumas brigas, porém que não deixam de valer a pena nessa caminhada para o crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor orientador José Carvalho de Moraes, pela amizade estabelecida ao longo desses anos e pela confiança depositada para execução deste trabalho;

A Meteorologista Adriana Alves por me proporcionar e me instigar ao aprendizado com muito trabalho e disciplina no qual me deixou mais preparado para as etapas que viriam a seguir sempre com muita paciência e dedicação.

Ao projeto de cooperação UFPA/SUAM pelo financiamento da pesquisa científica através da concessão da bolsa e disponibilização de reserva técnica, sem os quais muitas etapas desse processo não seriam possíveis de concretizar;

A todos os Docentes da IG que e a faculdade de Meteorologia, direta e/ou indiretamente contribuíram para o meu amadurecimento pessoal e intelectual tirando minhas dúvidas corriqueiras nas disciplinas da graduação.

RESUMO

O Rio branco em Roraima assim como outros rios da Amazônia apresenta e determina o cotidiano da população ribeirinha ou indígena que necessita tanto como para fonte de subsistência ou para locomoção além de ser uma importante zona de comércio fluvial na região movimentando a economia local. Por outro lado, a ocorrência eventos de chuvas e cheias extremos tem se tornado mais comum por conta das mudanças climáticas e a ação antrópica. Dessa forma, é de suma importância analisar e monitorar a sub-bacia do Rio Branco e sua sazonalidade para a realização de estudos e de alguma forma evitar perdas matérias e humanas.

Para a realização do estudo, utilizaram-se dados da estação fluviométrica de Caracará-RR, no qual possui series históricas de quarenta e nove anos, no período de 1967 a 2016. Utilizou-se de técnicas estatísticas aplicadas a hidrologia priorizando às médias climatológicas e as variações das vazões média mensal, anual e sazonal. A vazão máxima observada foi de 55,420 m³/s e um período de retorno de 23 anos.

Palavras chave: Rio branco, vazão

ABSTRACT

The white river in Roraima, as well as other rivers in the Amazon, presents and determines the daily life of the riverine or indigenous population that needs both a source of subsistence or locomotion, besides being an important river trading area in the region, which is the local economy. On the other hand, the occurrence of extreme rainfall and flood events has become more common due to climate change and anthropic action. Thus, it is of utmost importance to analyze and monitor the Rio Branco sub-basin and its seasonality to carry out studies and to some extent avoid material and human losses.

For the study, we used data from the fluvial station of Caracaraí-RR, in which it has a historical series of forty-nine years, from 1967 to 2016. Statistical techniques applied to hydrology were used, prioritizing climatological means and the average monthly, annual and seasonal flow variations. The maximum observed flow was 55,420 m³ / s and a return period of 23 years.

Keywords: White river, flow

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de bacia hidrográfica.	12
Figura 2- Interação da ITCZ com a TSM na estação chuvosa e seca no NNE.	13
Figura 3 - Imagem de Satélite Mostrando a Alta da Bolívia no dia 30/12/2011.....	14
Figura 4 - Localização da Área da Bacia Hidrográfica do Rio Branco e do Município de Caracarái - RR.	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Médias Mensais e Anual e m ³ /s.....	16
Tabela 2 - Maiores Valores de Vazões Totais Anuais.....	21
Tabela 3 - Média, Desvio Padrão e Vazão Máxima Interanual.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento Climatológico Mensal da Vazão para a Estação Estudada.. ..	17
Gráfico 2 - Variabilidade Interanual da Vazão da Estação Fluviométrica Estudada e Média Anual da Vazão.	18
Gráfico 3 - Comportamento Climatológico Sazonal da Vazão para a Estação Estudada. ..	19
Gráfico 4 - Comportamento Percentual Sazonal da Vazão para a Estação Estudada..	20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.	10
2. OBJETIVO	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 1.2 Objetivos específicos	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	12
3.1 2.1 Bacia Hidrográfica	12
3.2 Sistemas Precipitantes do Estado de Roraima	12
3.2.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).	12
3.2.2 Alta da Bolívia (AB).	13
4. MATÉRIAS E MÉTODOS.	15
4.1 Área de Estudo.	15
4.2 Regime Hidrológico.	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.	16
5.1 Análise Estatística	16
5.2 Parâmetros de Tendência Central.	16
5.3 Comportamento Climatológico Mensal da Vazão.	16
5.4 Variabilidade Interanual da Vazão.	17
5.5 Comportamento Climatológico Sazonal da Vazão.	18
5.6 Comportamento Percentual Sazonal da Vazão.	19
5.7 Período de Retorno.	20
6. CONCLUSÃO.	22
7. REFERÊNCIAS.	23

1. INTRODUÇÃO.

O Estado de Roraima possui uma extensa hidrografia. Seu território é fartamente irrigado por 14 rios, sendo estes: Água Boa do Univiní, Ailã, Ajarani, Alalaú, Branco, Catrimani, Cauamé, Itapará, Mucajaí, Surumu, Tacutu, Uraricoera, Urubu e Xerui. A hidrografia do Estado de Roraima faz parte da bacia do rio Amazonas e baseia-se basicamente na sub-bacia do rio Branco (45.530 km²) o maior e mais importante do estado.

O Rio Branco possui 1300 km de comprimento, é o maior de Roraima e o principal afluente do rio Negro. Sua bacia cobre 80% do estado, abriga quase 90% de sua população, e tem grande importância para a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos serviços ambientais na Amazônia. A bacia do rio Branco contribui com cerca de um terço da vazão e da área de drenagem da bacia do rio Negro. Os serviços ambientais prestados pela bacia do rio Branco compreendem o estoque de carbono e a imensa diversidade biológica em grande parte protegida nas 32 terras indígenas, 8 unidades de conservação, e nas áreas que ainda não foram alcançadas pela fronteira agropecuária

O Rio branco tem seu curso dividido em três segmentos devido o tipo de vegetação de cada trecho: Alto Rio Branco, Médio Rio Branco e Baixo Rio Branco. Há um projeto para a construção da Hidrelétrica Bem-Querer, em Caracará, ficará no local da também chamada Cachoeira do Bem Querer, um importante ponto turístico do estado. O investimento previsto para a usina é de R\$ 3,9 bilhões. A sua barragem criará um lago ao longo de 135 quilômetros do rio Branco, que se estenderia até áreas acima de Boa Vista. Ele vai inundar praias, propriedades rurais, toda a mata ciliar que ainda existe ao longo desse trecho do rio e destruir parte da BR-174, rodovia que liga a capital de Roraima e Manaus. Os impactos serão sentidos em 6 dos 15 municípios do estado e 7 unidades de conservação federais vão ser afetadas. Há também preocupação com os impactos sociais e econômicos sobre 12 mil pequenos agricultores e 9 mil pescadores artesanais que atual na região. O lago de 559 quilômetros quadrados que vai se formar é maior do que o reservatório previsto para Belo Monte, no Pará, que terá 519 quilômetros quadrados. Mas a usina paraense prevê uma capacidade instalada de cerca de 11.200 megawatts, contra 708 megawatts da usina do Bem Querer (ou 6,3% de Belo Monte).

O município de Caracará possui uma área territorial de 47.410,891 km² que corresponde a 21,14% do território de Roraima. Localizada a 136,10 km Boa Vista, com uma população atual de 18.398 mil habitantes (Censo IBGE 2010). Banhado pelo rio Branco, que é traspassado por uma ponte na comunidade de Vista Alegre, se tornou município em 1955. Também passa na sede do município a principal rodovia do Estado, a BR-174, que

corta o Estado a partir da divisa com o Amazonas, no Sul do Estado, em direção ao Norte, chegando à fronteira com a Venezuela. A economia da região é baseada no pescado e na economia de subsistência da mandioca milho e arroz. A cidade conta com um suporte de petróleo que abastece a sede e algumas vilas da região. (FILHO, GREGÓRIO F. GOMES et al.,2012)

Segundo a classificação Koppen é do tipo tropical chuvoso sem estação seca, com os totais anuais de precipitação pluviométricos relativamente elevados que é de 1.750 mm. O clima da região (classificação de Köppen) abrange os tipos “Af” (oeste da bacia), “Am” (centro e norte da bacia) e “Aw” (leste da bacia).

O regime térmico se expressa nos seguintes valores, segundo a CPRM: média anual 26,5 °C, resultado das máximas de 32,3 °C e mínimas de 21 °C, com amplitude térmica média de 11,3 °C. O mês mais frio é julho e o mais quente, novembro. Possui duas estações bem definidas, uma chuvosa (no verão), entre abril e setembro, e uma seca (no inverno), de outubro a março. A precipitação média anual é de 1.750 mm e a umidade relativa do ar é de 65 a 90%. (PORTAL RR, 2011), causadas principalmente pela Zona De Convergência Intertropical (ZCIT), Convecção local, alta da Bolívia (AB) e entre outros provocam precipitação na bacia do Rio Branco (AGOSTINHO, Etc al, 2000).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é avaliar a variabilidade do regime hidrológica do Rio branco na estação fluviométrica de Caracaraí da ANA (Agência Nacional de Águas), identificando e realizando uma caracterização da bacia abordando aspectos quanto ao período de cheias, estiagem, apresentando sua variabilidade anual, mensal e sazonal e a influência que os sistemas atmosféricos exercem na bacia.

2.2 1.2 Objetivos específicos

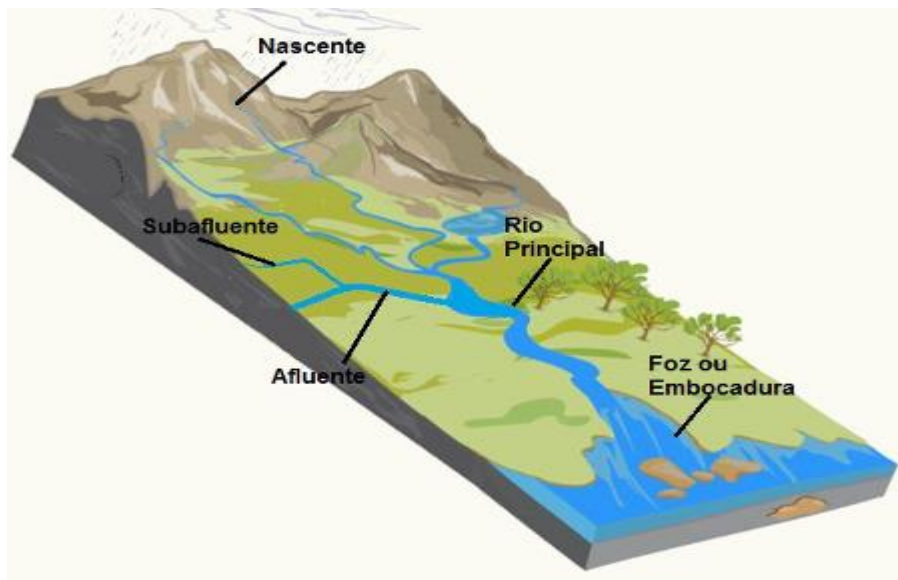
1. Planejar aproveitamento dos recursos hídricos para múltiplos usos.
2. Estabelecer períodos propícios para navegação e aproveitamento hidrelétrico, abastecimento urbano, indústrias etc.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

3.1 2.1 Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica é a região compreendida por um território e por diversos cursos d'água. Da chuva que cai no interior da bacia, parte escoar pela superfície e parte infiltra no solo. A água superficial escoar até um curso d'água (rio principal) ou um sistema conectado de cursos d'água afluentes; essas águas, normalmente, são descarregadas por meio de uma única foz (ou exutório) localizada no ponto mais baixo da região. Da parte infiltrada, uma parcela escoar para os leitos dos rios, outra parcela é evaporada por meio da transpiração da vegetação e outra é armazenada no subsolo compondo os aquíferos subterrâneos. (ANA; 2011)

Figura 1 - Representação de bacia hidrográfica.



Fonte: UOL 14/03/2018.

3.2 Sistemas Precipitantes do Estado de Roraima.

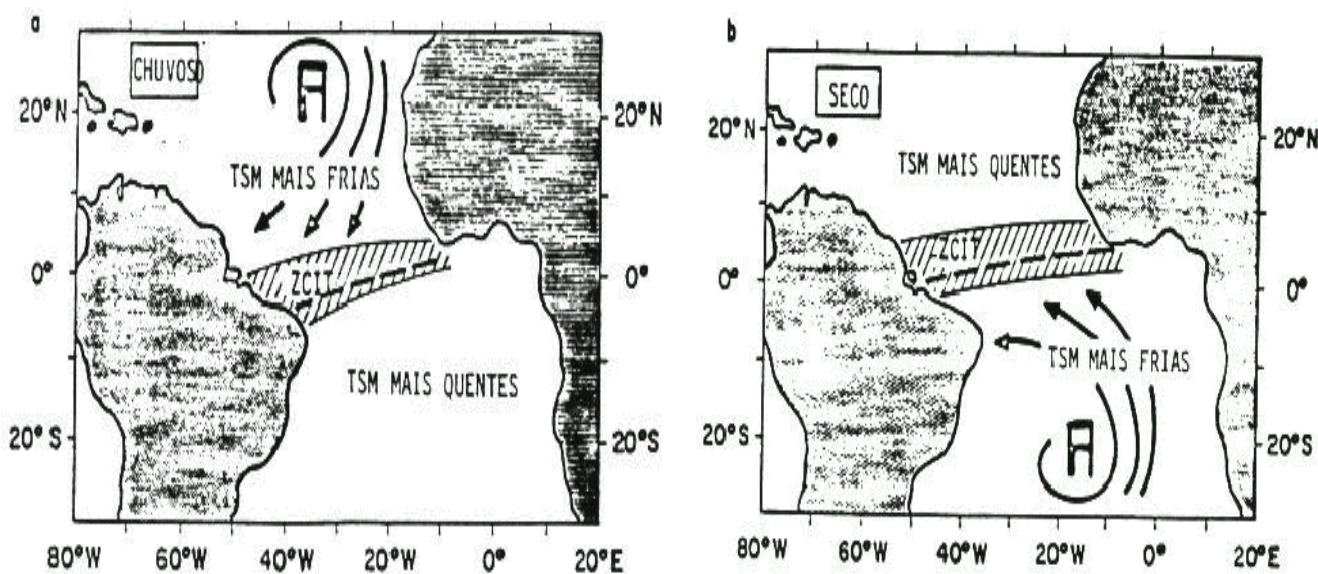
3.2.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A ZCIT é a zona de máxima nebulosidade que fica situada próxima à linha equador, e se forma na confluência dos ventos alísios do Norte e do Sul, é um dos principais sistemas responsáveis pelas ocorrências de chuvas nas regiões norte e nordeste do Brasil. Situando-se mais ao norte do equador entre os meses de agosto e setembro e mais ao sul em março a abril. Na escala global, a Zona de Convergência Intertropical é parte integrante da circulação geral da atmosfera e forma-se dentro do ramo ascendente da célula de Hadley, e

sua posição coincide aproximadamente com o equador térmico. (American Meteorological Society; Waliser & Gautier, 1993).

A variabilidade dos sistemas de altas pressões subtropicais do Atlântico Norte (AAN) e Sul (AAS) está diretamente relacionado com o deslocamento meridional da zona de máxima nebulosidade convectiva sobre o Atlântico Oeste, associada a ZCIT. Hastenrath e Heller (1977) mostraram que a escassez e excesso de chuvas no semi-árido nordestino estão ligados a esta variabilidade. Em anos chuvosos, o anticiclone do Atlântico Norte (alta dos Açores) está mais intenso que o normal, assim como os ventos alísios de nordeste, fazendo com que a ZCIT seja “empurrada” para posição mais ao sul. Em anos de seca o inverso ocorre, ou seja, o anticiclone do Atlântico Sul e os ventos sudeste estão mais intensos, de modo que a ZCIT é deslocada para posições mais ao norte (Climanálise, 1986).

Figura 2- Interação da ITCZ com a TSM na estação chuvosa e seca no NNE.



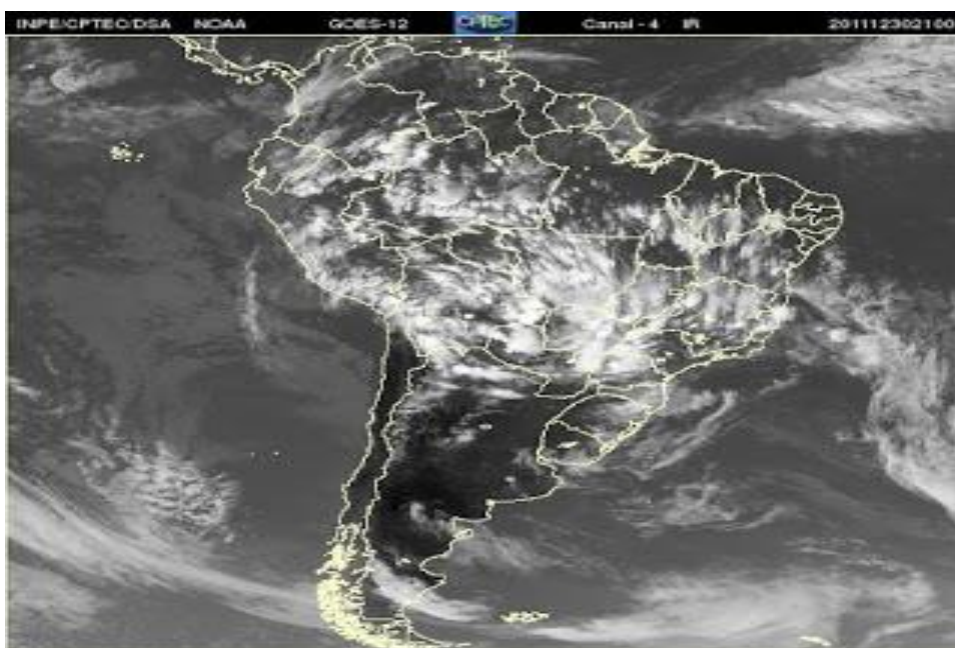
Fonte: Nobre e Molion (1986).

3.2.2 Alta da Bolívia (AB).

Alta da Bolívia é um sistema de alta pressão em altos níveis (10 a 12 km acima da superfície), que ocorre preferencialmente no verão sobre a região aproximada da Bolívia, deslocando-se para norte da Amazônia durante o inverno. O sistema é associado, com intenso aquecimento superficial, fluxos de calor sensível e latente (principalmente), e grandes precipitações.

A alta da Bolívia ocorre em um período definido e é observado na alta troposfera em cartas sinóticas de 200 hpa durante o ano. A variabilidade sazonal da Alta Bolívia, tanto em intensidade como em posição, está diretamente relacionada com a distribuição espacial e temporal da precipitação. (Silva Dias et al., 1983; DeMaria 1985; Jones & Horel, 1990; Kousky e Kayano, 1981).

Figura 3 - Imagem de Satélite Mostrando a Alta da Bolívia no dia 30/12/2011.



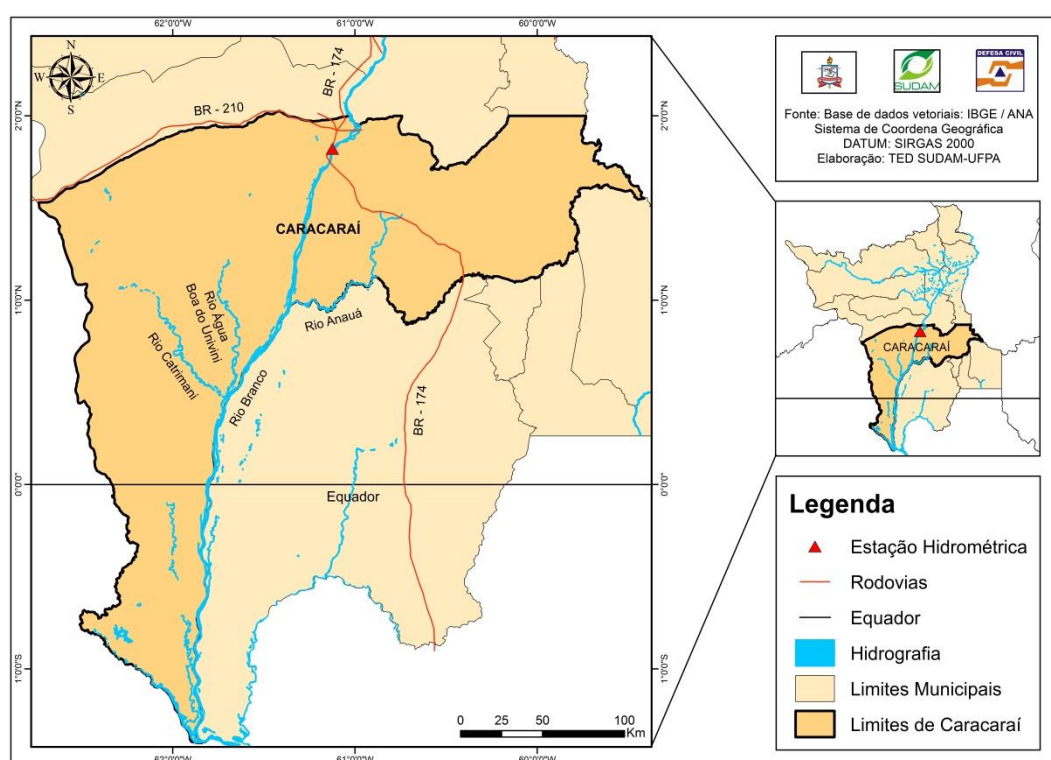
Fonte: CPTEC/INPE.

4. MATÉRIAS E MÉTODOS.

4.1 Área de Estudo.

A bacia do Rio Branco tem aproximadamente uma área total de 204.640 Km² no Brasil, especificamente em Roraima, banhado todo o Estado de Roraima de norte a sul, desembocando na margem esquerda do Rio Negro. O município de Caracaraí localiza-se ao sul do Estado e se encontra na margem direita do Rio Branco cortada pela BR 174 principal rodovia do estado.

Figura 4 - Localização da Área da Bacia Hidrográfica do Rio Branco e do Município de Caracaraí - RR.



Fonte: SUDAM/UFPA - 2017

4.2 Regime Hidrológico.

Para analisar o regime hidrológico da bacia hidrográfica do rio Branco, foi utilizado dados de vazão da estação fluviométrica de Caracaraí-RR (código 14710000), obtidos através do site da Agência Nacional de Águas (ANA), no período de 1967 a 2016 no qual corresponde a trinta e nove anos de dados. A estação fluviométrica de Caracaraí fica localizada à Lat. 1° 49' 17.04 N" e Long. -61° 7' 24.96 W"

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

5.1 Análise Estatística.

No presente trabalho foi feita a análise dos parâmetros estatísticos de dispersão para a estação utilizando as seguintes técnicas: Desvio padrão, representação gráfica de variação de média mensal (Tabela 01), variação anual, variação sazonal e período de retorno para eventos extremos.

5.2 Parâmetros de Tendência Central.

4.1.1 Médias Mensais e Anuais.

Tabela 1- Médias Mensais e Anual e m³ /s.

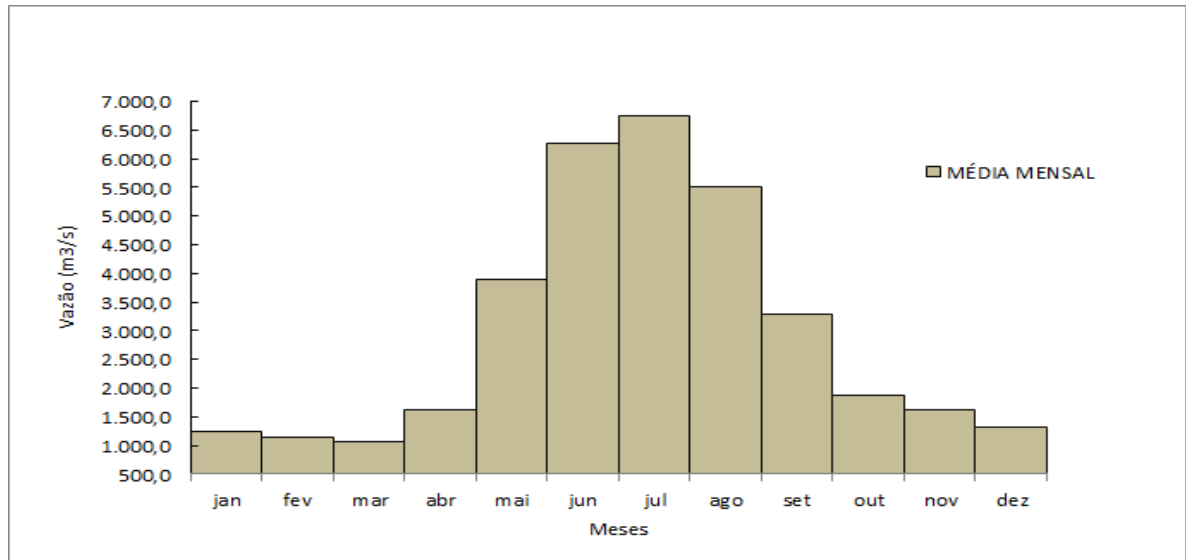
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
1241	1139	1060	1614	3901	6259	6742	5498	3279	1872	1611	1326	35543

Fonte: Autor, 2018

5.3 Comportamento Climatológico Mensal da Vazão.

Observa-se que o rio Branco está influenciado pelo período chuvoso na região do estado de Roraima que vai de abril a setembro e por um período seco que vai de outubro a março. Durante o período chuvoso o rio apresenta a navegabilidade facilitada para o transporte fluvial muito usado no local, onde também ocorre o aumento do nível do rio e ocasionalmente o transbordamento gerando problemas socioeconômicos para as localidades próximas, aldeias indígenas e áreas urbanas. Já no período de estiagem, o rio apresenta a navegação imprópria em grande parte do trecho do alto rio Branco.

Gráfico 1 - Comportamento Climatológico Mensal da Vazão para a Estação Estudada..

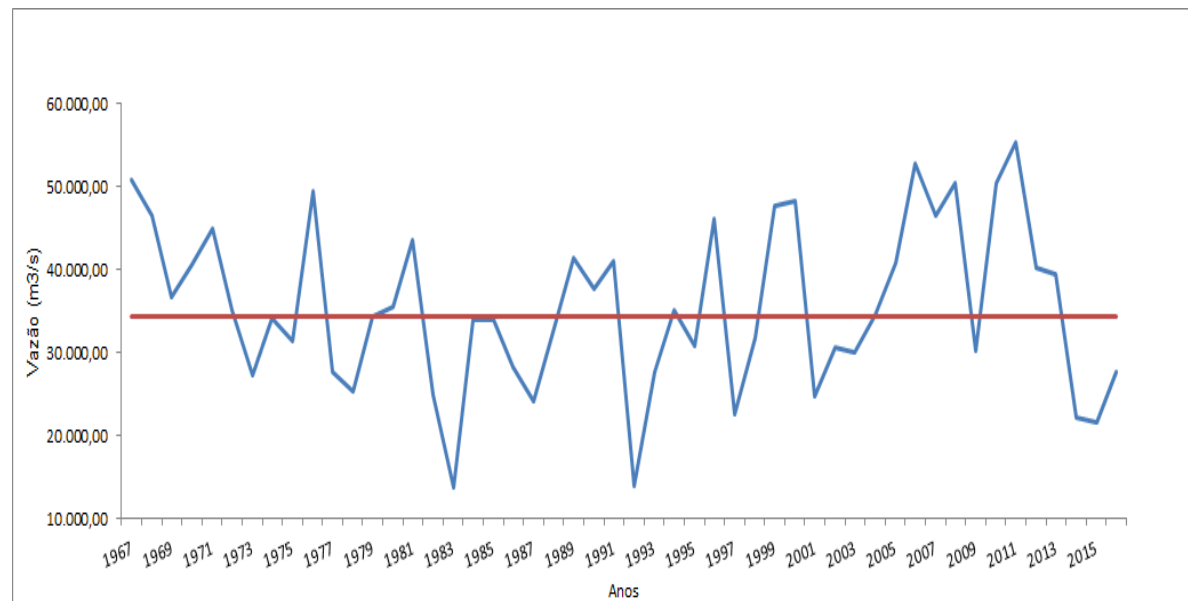


Fonte: Autor,2018

5.4 Variabilidade Interanual da Vazão.

A figura 07 a seguir, exhibe o comportamento da variação anual e vazão média do Rio Branco que foi de 34,425 m³/s, verificou-se que valores de vazão abaixo da média foram observados nos intervalos de anos de 1982,1983 (dois anos), 1992 e 1993 (dois anos), 1997 e 1998 (dois anos), 2001, 2002 e 2003 (três anos), 2014, 2015 e 2016 (três anos). Em geral, destaca-se o ano de 1983, onde se obteve a menor vazão com 13,789 m³/s. De acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), foi caracterizado como anos de ocorrência de eventos de El Niño. E os períodos acima da média evidencia-se os anos de 1967, 1968, 1970 e 1971 (quatro anos), 1989, 1990 e 1991(três anos), 1999 e 2000 (dois anos), 2005, 2006, 2007e 2008 (quatro anos), 2010, 2011, 2012 e 2013, com destaque para o ano de 2011 com vazão de 55,420 m³/s, ano em que O rio Branco, enfrentou a maior cheia de sua história. Onde mais de 10 municípios decretaram situação de emergência deixando milhares de desabrigados por todo o estado. Segundo, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), foi caracterizado como anos de ocorrência de eventos de La niña.

Gráfico 2 - Variabilidade Interanual da Vazão da Estação Fluviométrica Estudada e Média Anual da Vazão.

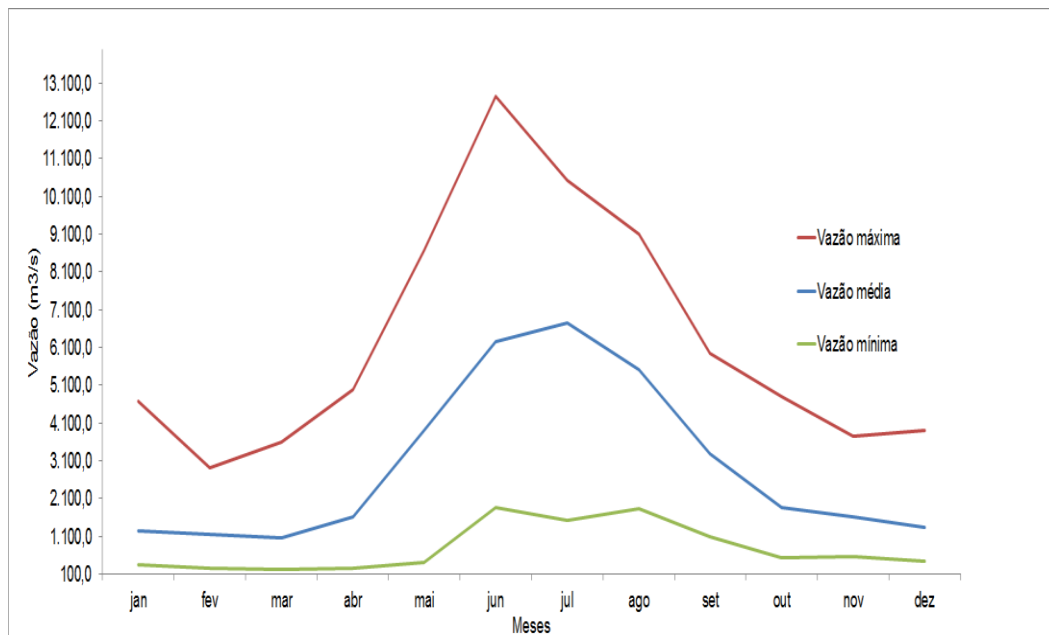


Fonte: Autor, 2018

5.5 Comportamento Climatológico Sazonal da Vazão.

Na Figura 08, são mostradas as vazões mensais médias, máximas e mínimas para o Rio branco em Caracaraí-RR. Podemos observar uma sazonalidade bem definida com os maiores valores de vazões médias no período do inverno e menores no verão. Para as máximas e mínimas o comportamento é bastante semelhante. Observa-se que o comportamento estatístico varia com os meses do ano. Durante o período chuvoso a variação da vazão é maior do que durante o período seco.

Gráfico 3 - Comportamento Climatológico Sazonal da Vazão para a Estação Estudada.

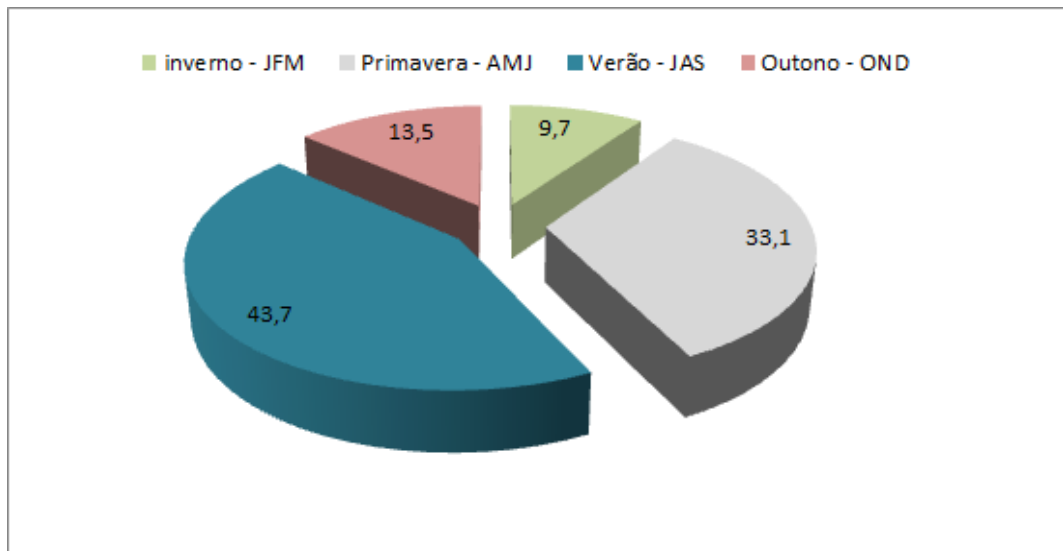


Fonte: Autor, 2018.

5.6 Comportamento Percentual Sazonal da Vazão.

Podemos observar na figura 09 que o comportamento da variação percentual sazonal demonstra que as estações de Verão e primavera detêm as maiores vazões, totalizando 77% da vazão anual. Isso evidencia o período em que os sistemas meteorológicos ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) e Alta da Bolívia fazem com que as chuvas fiquem mais intensas na extensão da bacia.

Gráfico 4 - Comportamento Percentual Sazonal da Vazão para a Estação Estudada..



Fonte: Autor, 2018.

5.7 Período de Retorno.

Período de retorno (T) é o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. “É um parâmetro fundamental para a avaliação e projeto de sistemas hídricos, como reservatórios, canais, vertedores, bueiros, galerias de águas pluviais, etc” (Righeto, 1998).

O método que foi utilizado neste trabalho foi o de Gumbel. A frequência é dada pela expressão:

$$F = Q = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde $y = \{(1/0,7797 * \sigma) * (Q - Q_m + 0,45 * \sigma)\}$

Q = é a vazão máxima anual .

Q_m = é a média das vazões máximas anuais

σ = é o desvio padrão vazões máximas anuais

O período de retorno (Tr) é o inverso da frequência, logo:

$$Tr = \frac{1}{F} \quad (\text{Equação 2})$$

Tabela 2 - Maiores Valores de Vazões Totais Anuais.

1967	50.853,7
1968	46.473,3
1976	49.446,0
1981	43.655,7
1989	41.389,4
1996	46.127,9
1999	47.597,2
2000	48.303,6
2005	40.747,7
2007	46.407,2
2008	50.514,6
2010	50.377,7
2011	55.420,9

Fonte: Autor,2018.

Tabela 3 - Média, Desvio Padrão e Vazão Máxima Interanual.

Média anual (m3/s)	D.P (m3/s)	Vazão Máxima anual (m3/s)
35.543,2	9.936,6	55.420,9

Fonte: Autor,2018.

$$y = \{(1 / 0,7797 * 9.9936,6) * (55.420,9 - 35.543,2 + 0,45 * 9.9936,6)\}$$

$$y = 3,1428$$

$$F = 1 - e^{-e^{-(3,1428)}}$$

$$F = 0,0422ano$$

$$TR = \frac{1}{0,0422} = 23,7anos$$

6. CONCLUSÃO.

Sobre o regime hidrológico do Rio Branco no Estado de Roraima, considerando 39 anos de dados de vazão (1967 – 2016) na estação de Caracarái concluímos que:

- ✓ Os principais sistemas sinóticos que causam precipitação na região da bacia do Rio Branco são:
- ✓ A Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT), que tem ação mais destaca nos meses de julho agosto e setembro;
- ✓ A Alta da Bolívia (AB) que atua principalmente durante o verão na região
- ✓ Considerando a variação mensal período de maiores vazões vai de maio a setembro, com máximo em julho, com média de 6.742,1 m³/s.
- ✓ O período de menores vazões vai de outubro a abril, com mínimo em março com média de 1,059,8 m³/s
- ✓ A variação anual mostra uma vazão média anual de 35.543,1 m³/s com um máximo observado de 55.420,2 m³/s em 2011 e um mínimo de 13.789,1 m³/s em 1983.
- ✓ Observando a variação sazonal vemos que a estação com maiores vazões é o verão que compreende os meses de julho, agosto e setembro, com 43,66% da vazão anual e que durante o verão e primavera ocorre 77% da vazão anual
- ✓ O período de retorno calculado pelo método de Gumbel para os eventos extremos para a maior vazão anual registrada no ano de 2011 é de 55.420,9 m³/s.
- ✓ Sendo assim, espera-se que ocorra uma vazão superior ou igual ocorrida em junho de 2011 no período de 23,7 anos.

7. REFERÊNCIAS.

Filho, Gregório F. Gomes. O Forte São Joaquim e a construção da fronteira no extremo norte: a ocupação portuguesa do Vale do rio Branco (1775-1800). Dissertação de Mestrado, UFSM, 2012.

Diversidade socioambiental de Roraima: subsídios para debater o futuro sustentável da região / [organização Ciro Campos]. -- São Paulo: Instituto Socioambiental, 2011.

AGOSTINHO, JAIME de. Subsídios à discussão de um plano de desenvolvimento sustentável para o Estado de Roraima, Tese (Doutorado), Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP, 2001.

Manual de Operação da Sala de Situação do Estado de Roraima Boa vista-RR, ANA – Agência Nacional de Águas, 2011.

Carvalho, T.M. ; MORAIS, R. P. . Aspectos hidrogeomorfológicos do sistema fluvial do baixo rio Uraricoera e alto rio Branco como subsídio à gestão de terras. Geografias (UFMG) , v. 10, p. 118, 2015.

BARRETO, Naurinete de Jesus da Costa. Relação entre oscilação decadal do pacífico, el niño-oscilação sul e a circulação atmosférica de verão na América do Sul. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (1991-2010) – Volume Roraima, 2011

NOBRE, C. A.; MOLION, L. C. B. Climanálise Especial. Edição Comemorativa de, v. 10, 1986.

DIAS, PL Silva; SCHUBERT, Wayne H.; DEMARIA, Mark. Large-scale response of the tropical atmosphere to transient convection. J. Atmos. Sci, v. 40, n. 11, p. 2689-2707, 1983.

DEMARIA, Mark. Linear response of a stratified tropical atmosphere to convective forcing. Journal of the Atmospheric Sciences, v. 42, n. 18, p. 1944-1959, 1985.

JONES, C. e HOREL, J. D. A circulação da Alta da Bolívia e a atividade convectiva sobre a América do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 5, n. 1/2, p. 379-387, 1990.

KOUSKY, V.E.; KAYANO, M.T. A climatological study of the tropospheric circulation over the Amazon region. Acta Amazonica, v. 11, p. 743-758. 1981.

Righetto, A. M. Hidrologia e recursos hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998. 840p.

HASTENRATH, Stefan; HELLER, Leon. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

WALISER, Duane E.; GRAHAM, Nicholas E.; GAUTIER, Catherine. Comparison of the highly reflective cloud and outgoing longwave radiation datasets for use in estimating tropical deep convection. *Journal of Climate*, v. 6, n. 2, p. 331-353, 1993.

Disponível em: <https://portal.rr.gov.br/> Acesso em:17/12/2017.