

## **ESTUDO OBSERVACIONAL DA PRECIPITAÇÃO NO OESTE DE RONDÔNIA E LESTE DA BOLÍVIA**

**Ezequiel José Hottes, Graduando em Engenharia de Produção, UNIR/Campus de Cacoal**

**kielhottes@gmail.com**

**Ailton Marcolino Liberato, Docente, UNIR/Campus de Cacoal**

**ailtonliberato@unir.br**

*Resumo: O presente estudo teve como objetivo analisar a precipitação no leste da Bolívia e oeste de Rondônia. Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), no período compreendido entre 1990 e 2015. Realizou-se o cálculo da média mensal e anual, como também de anomalias durante o período. Os resultados mostram um trimestre (junho, julho, agosto) mais chuvoso no oeste da Bolívia em relação ao leste de Rondônia. E um comportamento semelhante no período chuvoso. As anomalias de chuvas em ambas as regiões apresentaram comportamentos distintos. Como também a tendência de precipitação, sendo o leste de Rondônia com aumento e oeste da Bolívia com redução. O excesso ou a escassez de chuva na região provoca enchentes ou vazantes no rio Madeira, causando impactos no nível dos reservatórios das hidrelétricas Santo Antônio e Jirau, em Rondônia, como também no fluxo de carga na Hidrovia do Madeira.*

***Palavras-chave:** Climatologia; Extremos; Tendências.*

### **1. Introdução**

A chuva é a precipitação, na forma líquida, de gota d'água de tamanho suficiente para vencer as correntes ascendentes, que se precipitam quase na vertical. O chuvisco também é precipitação na forma líquida, mas de microgotículas que caem suavemente das nuvens e são transportadas pelo vento, reduzindo, muitas vezes, a visibilidade.

As chuvas são classificadas como convectivas, frontais e orográficas. Chuvas convectivas são formadas pelo processo de convecção térmica, enquanto as chuvas frontais, por sua vez, são conhecidas como frentes. Por outro lado, as chuvas orográficas ocorrem por uma interferência física do relevo, que atua como uma barreira à movimentação livre de ar, forçando-o a subir (CAVALCANTE et al., 2012).

A distribuição geográfica das chuvas no globo terrestre mantém uma forte relação com as zonas de temperatura, correntes marinhas, ventos oceânicos e com a dinâmica da baixa atmosfera. No equador térmico, onde há mais calor, os processos de evaporação são marcantes e as correntes oceânicas quentes aquecem o ar. Assim, formam-se nele as principais zonas chuvosas do globo (CAVALCANTE et al., 2012).

Nas regiões tropicais, as áreas litorâneas orientais dos continentes são mais chuvosas que as correspondentes ocidentais, pois a elas chegam os ventos quentes e úmidos dos oceanos que apresentam correntes quentes. Nas zonas costeiras ocidentais sob o predomínio

da atuação das correntes oceânicas frias, há maior estabilidade do ar e, conseqüentemente, menos chuva (CAVALCANTE et al., 2012).

A região Amazônica, por sua grande extensão territorial, possui regimes climáticos diferenciados. Do norte a sul, observa-se uma grande variabilidade espacial e temporal da precipitação, na qual os eventos extremos de secas ou enchentes trazem conseqüências socioeconômicas importantes para vários setores da sociedade (agricultura, transportes, recursos hídricos, saúde, habitação).

Durante as duas últimas décadas, a Amazônia sofreu com grandes enchentes e grandes vazantes, devido anomalias positivas e negativas de precipitação (MARENGO et al., 2008 a,b; MARENGO et al., 2011). Recentemente, em 2014 no sudoeste da bacia amazônica choveu acima da média climatológica, causando enchente no rio madeira, isolando o Estado do Acre, e desabrigando muitas famílias nos municípios de Porto Velho e Guajará-Mirim no Estado de Rondônia. A presente pesquisa teve como objetivo analisar a precipitação no leste da Bolívia e oeste de Rondônia.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o Oeste do Estado de Rondônia e o leste da Bolívia.

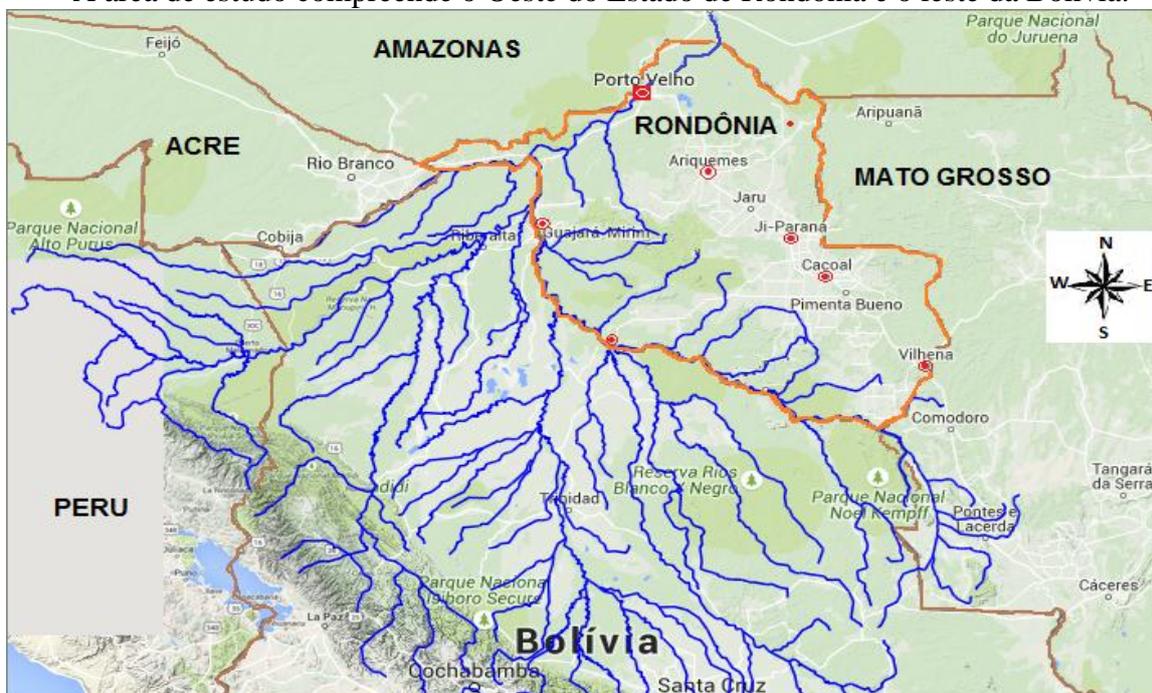


FIGURA 1 – Área de estudo compreende o oeste de Rondônia e o leste da Bolívia. Fonte: Autor.

### 2.2 Dados

Os dados foram adquiridos na Agência Nacional de Águas (ANA), onde estavam distribuídos em várias estações espalhadas pelo território de Rondônia e Bolívia. Nessas

estações constavam os volumes de precipitações diários. Esses dados compreende o período de 1990 a 2015.

### 3.3 Métodos

Foram calculadas as médias mensais de precipitação conforme a equação de Spiegel e Stephens (2008),

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{j=i}^N X_j}{N} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

sendo que  $\bar{X}$  é a precipitação média, e N é a quantidade de meses.

Em seguida foi realizado calculo para identificar as anomalias de chuva, de acordo com Chu et al. (1983),

$$X_{ij} - \bar{X} \quad (2)$$

em que  $X_{ij}$  é a precipitação do mês i e ano j e  $\bar{X}$  é a precipitação média.

As análises e construção de gráficos foi realizada no Excel 2010.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Climatologia da precipitação

A Figura 2 apresenta a climatologia mensal da precipitação, entre o período de 1990 e 2015, para região oeste do estado de Rondônia. Foram utilizadas 14 estações meteorológicas distribuída na região.

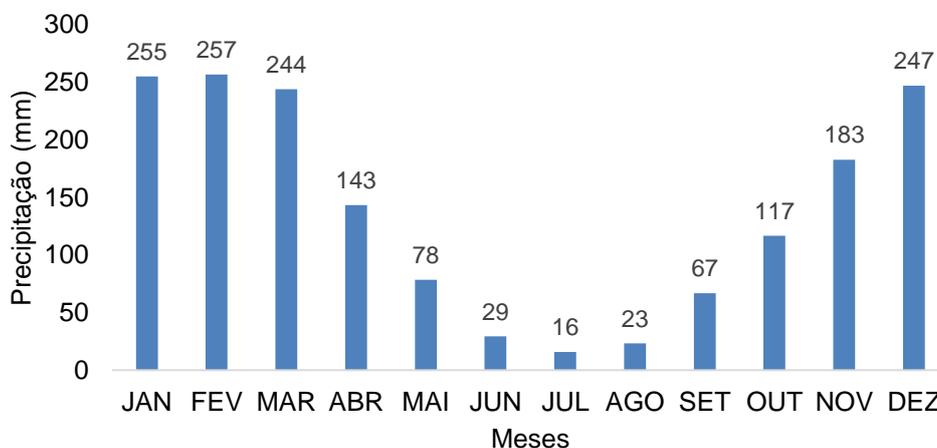


FIGURA 2 - Climatologia mensal da precipitação no oeste de Rondônia (1990-2015). Fonte: O Autor.

Foram observados que o mês de fevereiro (com 257 mm) apresenta-se, como sendo o mês mais chuvoso da região, em seguida os meses de janeiro, março e dezembro. No entanto, o mês de julho foi o período mais seco (com 16 mm), juntamente com os meses de junho e agosto. O volume médio anual de chuvas no oeste de Rondônia foi de 1659 mm.

A Figura 3 apresenta o comportamento da precipitação no oeste da Bolívia, região em que faz divisa com o estado de Rondônia. Foram utilizados dados de 17 estações no período de 1990 a 2015. O total médio anual da precipitação foi de 1663 mm, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, representa aproximadamente 44% do volume total de chuvas.

Por outro lado, os meses de junho, julho e agosto, somam 144 mm, representando 8,6% do volume total.

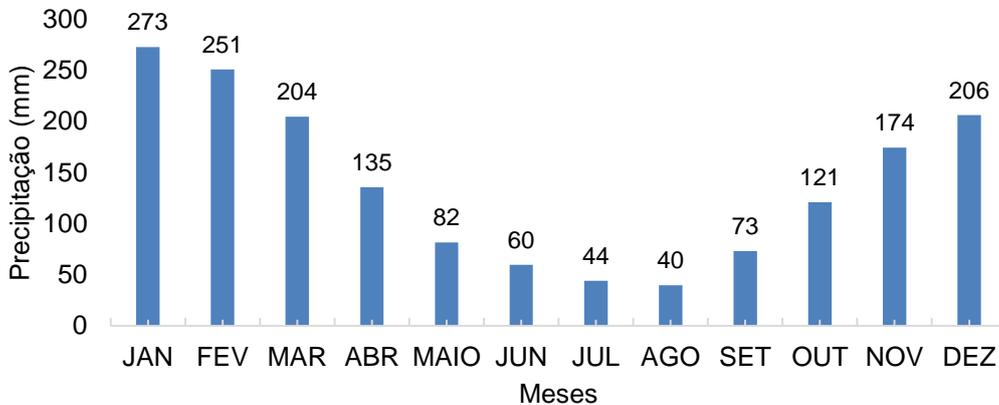


FIGURA 3 - Climatologia mensal da precipitação no leste da Bolívia (1990-2015). Fonte: O Autor.

Comparando os dados apresentados nas Figuras 2 e 3, observa-se um trimestre menos chuvoso, nos meses de junho, julho e agosto, sendo que a região leste da Bolívia apresenta valores superiores aos encontrados no oeste de Rondônia. Por outro lado, o período mais chuvoso apresenta comportamento semelhante.

O excesso ou a falta de chuva nestas regiões influência diretamente no funcionamento das duas hidrelétricas (Santo Antônio e Jirau) localizadas no rio Madeira, como também o fluxo de carga na Hidrovia rio Madeira.

### 3.2 Eventos extremos

Os eventos extremos representam chuvas acima ou abaixo da média. São esses eventos que tem a capacidade de influenciar no volume de um reservatório de hidrelétrica, como também na navegação. A figura 4 apresenta a anomalia de precipitação no oeste de Rondônia, entre o período de 1990 e 2015.

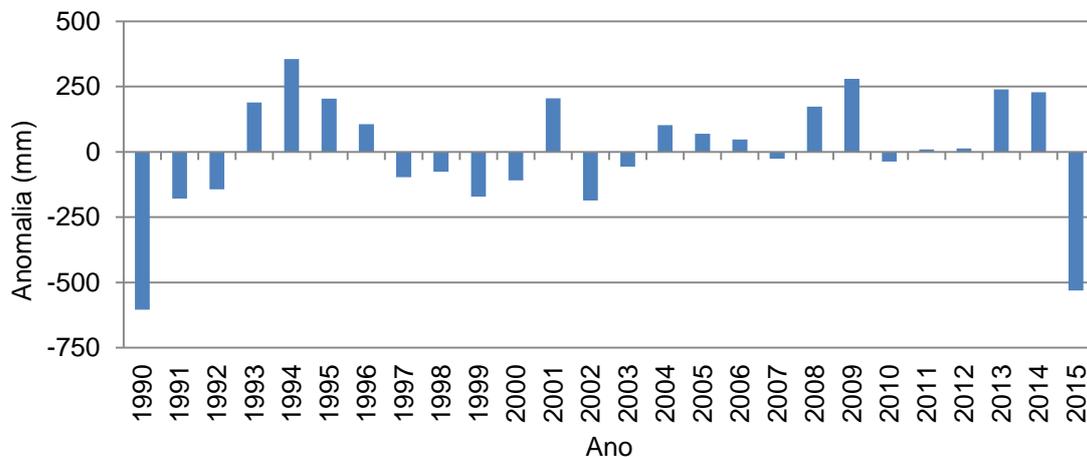


FIGURA 4 - Anomalia da precipitação no Oeste de Rondônia (1990 – 2015). Fonte: O Autor.

Os anos de 1993 a 1996, 2001, 2004 a 2006, 2008 e 2009, 2013 e 2014, apresentaram chuvas acima da média, sendo 1994 e 2009 os anos mais chuvosos (Figura 4). Por outro lado, em 1990 e 2015, foram anos muito seco (pouca chuva).

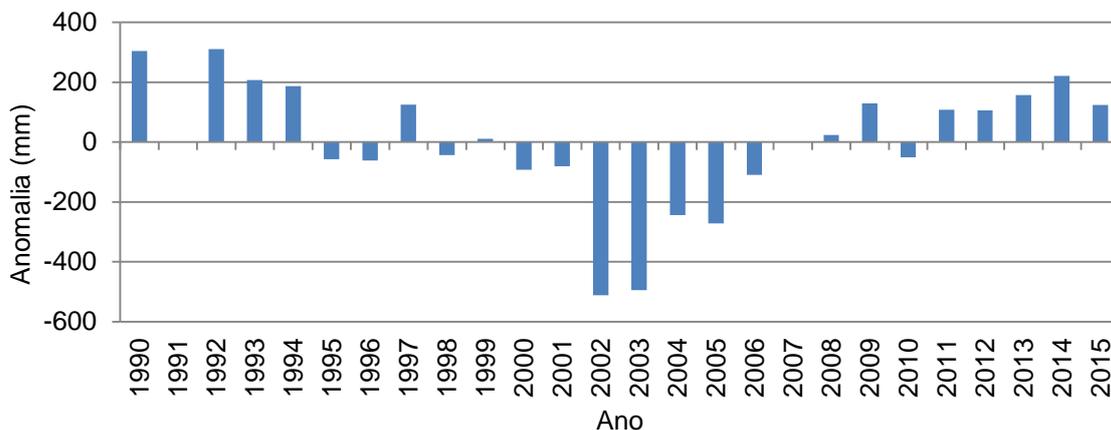


FIGURA 5 - Anomalia da precipitação no leste da Bolívia (1990 – 2015). Fonte: O Autor.

A figura 5 apresenta a anomalia de precipitação, no leste da Bolívia, entre o período de 1990 e 2015. Observou-se, que no período entre 2002 e 2006, choveu abaixo da média na região, e que 2002 e 2003 se destacaram como os anos mais secos do período. Por outro lado, entre 1990 e 1994, e 2011 a 2015 choveu acima da média na região.

Comparando a região leste de Rondônia e oeste da Bolívia, observou-se, que a falta ou excesso de chuvas em ambas as regiões apresentam comportamentos diferentes. Essas duas regiões, representa a fonte de água para hidrovia rio madeira, como também para hidrelétricas construídas no mesmo rio. É importante destacar, que a grande maioria das cidades localizadas na região amazônica, foi construída as margens de rios, sendo este na época o único meio de transporte e acesso a região.

Monitorar a precipitação na região é de suma importância, para elaborar modelos de previsão de vazantes e cheias, que afetam a agricultura, transporte, recursos hídricos, saúde e habitação.

### 3.3 Tendências climáticas

Observa-se uma tendência significativa na redução da precipitação na Bolívia, a uma razão de 3,67 mm por ano (Figura 6). No entanto, quando analisada no período de 1990 a 2002, verifica-se uma tendência decrescente mais acentuada. E a partir de 2002, a tendência se mostra de forma crescente.

Esse comportamento sugere que existe uma sazonalidade, ou seja, acontecem ciclos de precipitação que se repetem. Nos dados analisados destacam-se os anos de 1990 (com 1290 mm), 1992 (com 1289 mm) e 2014 (com 1206 mm) que apresentam maiores volumes de chuvas. Por outro lado, os anos de 2002 (com 475 mm) e 2003 (com 474 mm) apresentam menos chuvas (Figura 6).

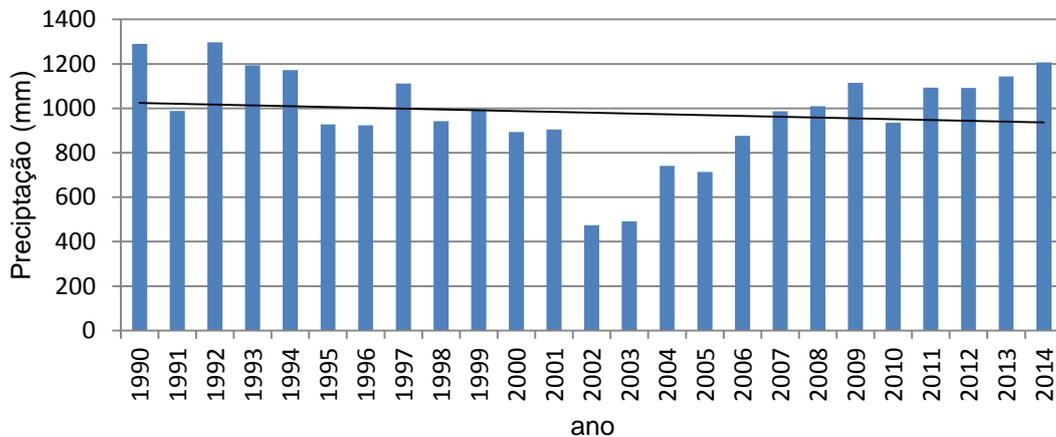


FIGURA 6 - Precipitação anual no leste da Bolívia (1990 – 2014). Fonte: O Autor.

A análise da linha de tendência mostra uma pequena tendência significativa no aumento da precipitação total, da ordem de 10,8 mm por ano, em Rondônia (Figura 7). Observa-se uma tendência crescente entre o período de 1990 a 1994, e a partir desse ano até 1999 tem-se uma tendência decrescente. Ressalta-se também, a pequena quantidade de precipitação nos anos de 1990 (com 1172 mm) e 2002 (com 1590 mm), e um valor máximo no ano de 1994 (com 2132 mm).

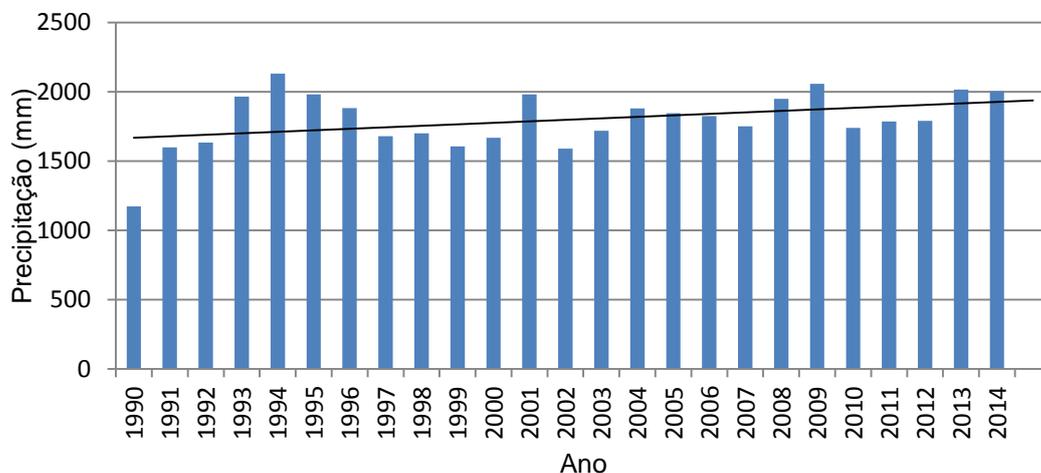


FIGURA 7 – Precipitação anual no oeste de Rondônia (1990 – 2014). Fonte: O Autor.

### 3.4 Possíveis impactos

Chuvas intensas podem provocar deslizamentos, alagamentos e inundações, além de trazer doenças e dificultar o acesso à região. Por outro lado, a seca traz consigo perda nas lavouras, incêndios e racionamento de água. É importante ressaltar que as enchentes causam enormes prejuízos econômicos (MARENGO, 2009). A redução no nível de um reservatório pode reduzir o fornecimento de energia elétrica para uma cidade e causar apagões (Figura 8).

De acordo Martarole (2012), aproximadamente 44% da área de Porto Velho está desmatada e são decorrentes principalmente devido às obras para a construção da Usina Hidrelétrica de Energia (UHE) Santo Antônio. Desta forma, essas obras são um dos responsáveis pelo o aumento potencial de áreas alagadas na região, isto porque sem a vegetação, a capacidade de drenagem é reduzida (Figura 8).



a – Vazante no Rio Madeira.



b – Hidrelétrica no Rio Madeira.



c - Cheia e alagamento na BR 364 sentido Porto Velho (RO) – Acre (AC).



d - Cheia e alagamento em bairros de Porto Velho (RO).

FIGURA 8 – Impactos causados por eventos extremos de chuvas. Fonte: G1 Rondônia.

#### 4. Considerações finais

Neste trabalho foi observado um trimestre (junho, julho, agosto) mais chuvoso no oeste da Bolívia em relação ao leste de Rondônia. E um comportamento semelhante no período chuvoso. As anomalias de chuvas em ambas as regiões apresentaram comportamentos distintos. Como também a tendência de precipitação, sendo o leste de Rondônia com aumento e oeste da Bolívia com redução.

O excesso ou a escassez de chuva na região provoca enchentes ou vazantes no rio Madeira, causando impactos no nível dos reservatórios das hidrelétricas Santo Antônio e Jirau, em Rondônia, como também no fluxo de carga na Hidrovia do Madeira.

#### Referências

CAVALCANTE, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

CHU, P. S. Diagnostic studies of rainfall anomalies in northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v.111, n.8, p.1655-1664, 1983.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; TOMASELLA, J.; OYAMA, M. O.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, R.; CAMARGO, H.; ALVES, L. M.; BROWN, I. F. The drought of Amazonia in 2005. *Journal Climate*, v.21, p. 495-516, 2008a.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; TOMASELLA, J.; OYAMA, M. O. Hydro-climatic and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, p.1773-1778, 2008b.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, v. 38, L12703, p. 1-5, 2011.

MARENGO, J. *As Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil*, p. 4- 19. In: *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*. P. 1- 76. Patrocinado por LLOYD'S, 2009. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

MARTAROLE, M. M. R. *Áreas com potencial de alagamento em parte do entorno da cidade de Porto Velho, RO*. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Núcleo de Ciências Exatas e da Terra, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2012.

SPIEGEL, M. R. e STEPHENS, L. J. *Schaum's outline of theory and problems of statistics*. Teach Yourself, 4th ed., 2007. 577p.