

Análise multitemporal da seca de 2016 no Rio Branco: uma avaliação preliminar da variabilidade hidrológica

Luciana da Silva Muniz¹²
Vanessa Cunha Silva³
Rogério Ribeiro Marinho²⁴
Naziano Pantoja Filizola Jr⁴

¹ Secretaria Municipal de Educação de Manaus – SEMED
R. Maceió - Adrianópolis, Manaus - AM, 69057-160, Manaus – AM, Brasil
munizluciana1@gmail.com

² Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia – INPA
Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente (INPA/UEA)
Av. André Araújo, 2936, Campus II, Aleixo, 69060-001, Manaus-AM, Brasil

³ Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Superintendência de Manaus
Av. André Araújo, 2160, Aleixo, 69060-000, Manaus – AM, Brasil
wanessavc01@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Departamento de Geografia
Laboratório de Potamologia Amazônica – LAPA
Av. General Rodrigo Octávio, 6200, Coroado I - 69077-000 Manaus-AM, Brasil
rogeo@ufam.edu.br; naziano.filizola@gmail.com

Abstract. This study presents an analysis of the spatial variation of water level by observing the variability of hydro-climatic droughts events in Branco river, since the recurrence of these events has gained great notoriety in recent years due to changes in the landscape and their effects on society. The work is concentrated in 2006 (normal dry), 2015 and 2016 (extreme drought events) over 40 km from Branco river opposite to the city of Boa Vista. The data used are from the hydrological stations of the National Water Agency - ANA and the Center for Environmental Hydrology and Geochemistry of the Amazon Basin Geodynamics - ORE / HYBAM. Identifying the critical years by analyzed the spatial variation of the wet area through remote sensing techniques using images of LANDST 8. There was a reduction of accumulated rainfall in the last 3 years in Boa Vista station, an increase of 185 % for fire outbreaks in relation to 2015 for the entire state and, three discharge records in 2015 and 2016, with a reduction of 41. 6% (23.786 km²) of the wet area in 2016 compared to a normal discharge year.

Palavras-chave: Hydrology, Branco River, Extreme events, Hidrologia, Rio Branco, Eventos extremos.

1.Introdução

O Rio Branco é o principal afluente da margem esquerda do Rio Negro, com 1.300 km de extensão é o maior do estado de Roraima. Esta bacia localiza-se no extremo norte do Brasil, na fronteira com a Venezuela e a Guiana, abrange uma área de drenagem de 192.000 km², o que representa cerca de 28% da bacia do Rio Negro. Esta bacia hidrográfica é de grande importância geopolítica, pois seus limites se confundem com os limites do estado de Roraima ocupando cerca de 80% de seu território e o rio principal perpassa pela capital deste estado (Figura 01).

Nos últimos anos, eventos de secas no Rio Branco tiveram grande destaque nos meios de comunicação e agências governamentais devido à série de consequências sobre a sociedade local. Dificuldades na navegação têm impossibilitado o acesso a algumas áreas e influenciando na economia do estado, principalmente o sistema de abastecimento dos municípios, inclusive a capital, Boa Vista.

Diante destes eventos torna-se evidente a necessidade do monitoramento hidrológico contínuo e abrangente, visando identificar os seus impactos e minimiza-los. Além da rede de observadores da rede hidrometeorológica nacional, o sensoriamento remoto já é considerado como fonte segura de dados para o monitoramento de eventos climáticos extremos, que devido a grande disponibilidade de dados permite uma visão sinótica de grandes áreas na superfície terrestre e análise temporal (NOVO, 2008).

Produtos derivados do sensoriamento remoto são utilizados como informações e dados importantes para o estudo da dinâmica fluvial na Amazônia, com exemplos de aplicações em diversos trabalhos como em Sternberg (1998), Mertes et al. (1996), Latrubesse e Franzinelli, (2002) e Roza et al. (2005). O uso destas técnicas em sistemas fluviais amazônicos auxilia na análise da distribuição espacial das morfologias, enquanto que a análise multitemporal permite avaliar processos de erosão e deposição, e com isso a evolução da dinâmica fluvial ao longo do tempo (NOVO, 2008; MERTES et al. 1996).

Nesse sentido, este estudo objetiva apresentar uma análise preliminar sobre a variabilidade hidrológica do Rio Branco, identificando a dimensão espacial da seca neste rio por meio de dados de sensoriamento remoto.

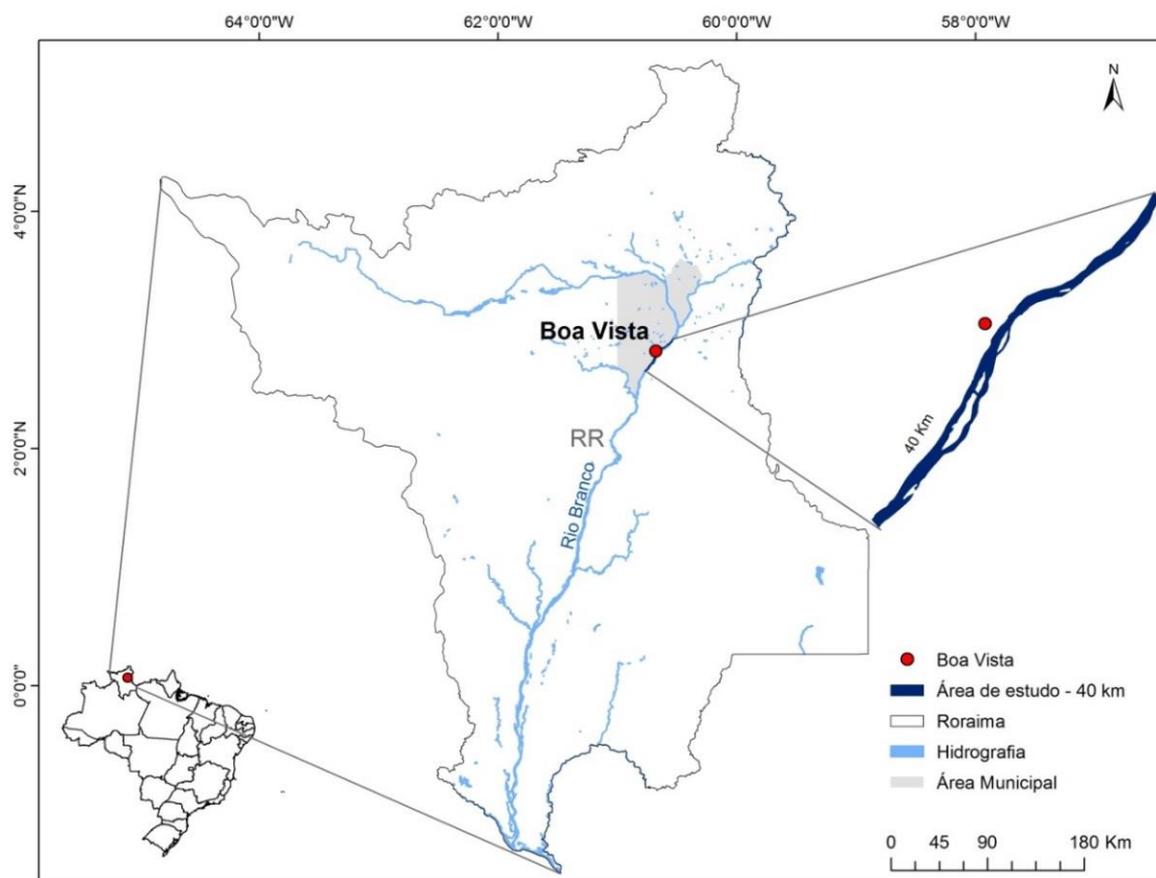


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo.

2. Metodologia

O levantamento das bases cartográficas foi realizado por meio das página oficial do IBGE (2016), as imagens de satélite Landsat 8 da órbita 232 e ponto 58 dos anos de 2014, 2015 e 2016 foram adquiridas do Serviço Geológico Americano (USGS, 2016) sobre o município de

Boa Vista. Dados sobre focos de queimadas no estado de Roraima e da cidade de Boa Vista foram adquiridas na página oficial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

A primeira imagem data de 13/02/2006 que corresponde ao período hidrológico normal de vazante do Rio Branco. As imagens dos dias 06/02/2015 e 24/01/2016 correspondem a períodos de seca históricos nesta área em estudo. Para classificar áreas com água nas imagens do satélite Landsat 8, foi executada operação de fatiamento dos números digitais da banda do infravermelho médio. De acordo com Zani et al. (2005), as bandas espectrais localizadas na região do infravermelho de ondas curtas são ideais para a delimitação de corpos d'água e áreas alagadas, devido aos baixos valores de refletância da água que contrastam com outros alvos.

A extração dos corpos d'água foi realizada com o software PCI Geomática 2012 por meio do algoritmo THR - *Thresholding image to bitmap*, onde é delimitado o valor limiar máximo e mínimo para corpos d'água. Os arquivos raster gerados para as três imagens foram pós-processados no software ArcGis 10.1, onde foram realizadas correções manuais, vetorização e cálculos de área.

Os dados hidrológicos foram obtidos através da rede hidrometeorológica Nacional de responsabilidade da Agência Nacional de Águas, disponibilizados no *site* oficial da ANA, no Observation Service for the Geodynamical, hydrological and biogeochemical control of erosion/alteration and material transport in the Amazon, Orinoco and Congo basins - SO HYBAM e na Plataforma Rios Online.

Foram analisados dados fluviométricos e pluviométricos da estação de Boa Vista (códigos 14620000 para cotas e 08260000 para chuva), município apontado pelos documentos da Defesa Civil Nacional como frequentemente afetados pelos eventos extremos e estiagens e secas graduais no estado de Roraima. De acordo com a metodologia descrita por Muniz et al. (2013), definiu-se a forma de tratamento dos dados e o período de análise das séries históricas de 39 anos (de 1967 a 2016) com e insignificantes períodos sem dados (lacunas de no máximo 3 meses).

Com isso, foram construídos gráficos e tabelas e comparados com os relatórios de avaliação dos danos e portarias disponíveis na base de dados da Defesa Civil Nacional e boletins de monitoramento do Serviço Geológico do Brasil e boletins climatológicos do INPE/CPTEC.

3. Resultados e Discussão

Os níveis baixos dos rios na Amazônia foi resultado de alterações dos índices de precipitação observados desde o final do ano de 2014 e continuaram no decorrer do ano 2015, com registro de déficit de chuvas na parte Norte e Nordeste da bacia Amazônica. De acordo com os boletins informativos do CPTEC/INPE esta redução foi devido a alterações das condições climáticas ocasionadas pela influência do fenômeno El Niño, o aquecimento anormal da Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico (TSM) ocorreu desde o término de 2014 até o primeiro trimestre de 2016, porém seus efeitos sobre as chuvas ainda são evidentes na Amazônia.

De acordo com os dados de precipitação do INMET e ANA, redução de chuva acumulada vem ocorrendo desde 2014 na estação de Boa Vista (Figura 02). A chuva acumulada no ano de 2016 (466,4 mm até setembro) se encontra 63% menor que a de 2015 (1235,8 mm) para o mesmo período acumulado.

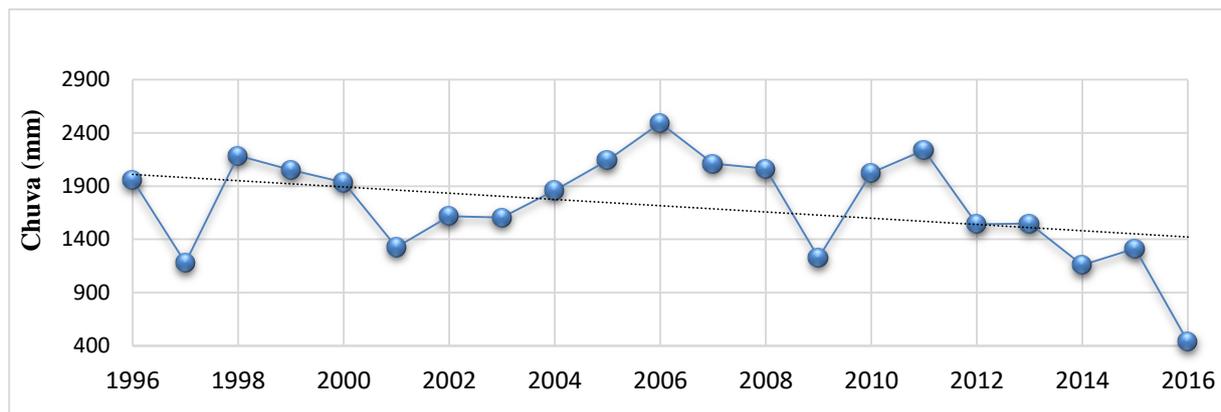


Figura 02: Chuva acumulada na estação de Boa Vista (RR) entre 1996 a setembro de 2016.

Associado aos períodos prolongados de estiagem foi identificado um aumento no número de focos de queimadas, tanto em Boa Vista quanto para o estado de Roraima (Figura 03). De acordo com os dados de focos de queimadas (INPE, 2016), para o município de Boa Vista, o número de focos de queimadas em 2015 foi 175% superior em relação a ano de 2003. Enquanto que para o estado do Roraima, os focos de incêndio em 2015 (18 901) foram apenas 3% menores que o observado em 2003, ano de estiagem e seca recorde anterior. Porém, o ano de 2016 com 54 011 focos de incêndio foi 185% superior aos registros observados em 2015. O aumento do número de focos de incêndios em Roraima pode ser relacionado a vários fatores, como de planejamento e fiscalização, mas esses dados são indicativo da severidade da estiagem para a bacia do Rio Branco, apontando o ano de 2016 como o ano de maior registros de focos de incêndios para esta bacia.

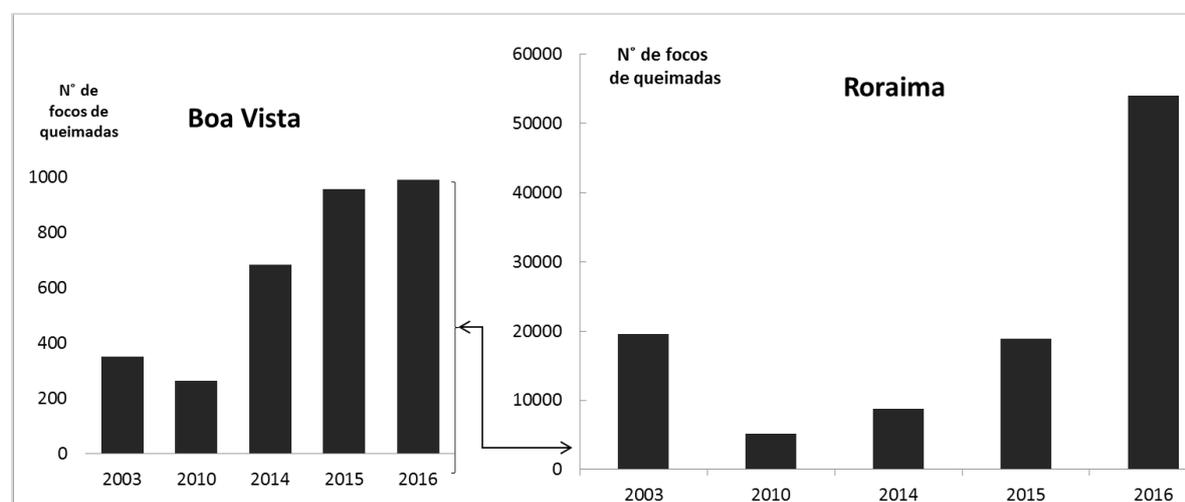


Figura 03: Focos de incêndios na cidade de Boa Vista e estado de Roraima nos últimos eventos de estiagem. Fonte: INPE, 2016.

Outro grande efeito dos baixos índices pluviométricos pode ser observado nos registros dos níveis do Rio Branco em Boa Vista. Nesta análise foi utilizado o comparativo dos níveis de cotas máximas, médias e mínimas anuais, conforme apresentado na Figura 04.

Podemos notar que os valores máximos de nível na estação de Boa Vista apresentaram redução de valores nos últimos anos, porém este comportamento é semelhante ao evento de seca ocorrido nos anos de 1997 e 1998, anos de influência do fenômeno El Niño. Isto pode apontar a ocorrência de um ciclo de repetição após 17 anos. Os valores médios apontam

comportamento semelhante, mas com variação pouco expressiva em relação às máximas. Já os valores mínimos apresentaram redução significativa, evidenciando uma tendência levemente negativa. Os anos de 2015 e 2016 repetiram valores mínimos negativos, não observados anteriormente nos mais de trinta de histórica.

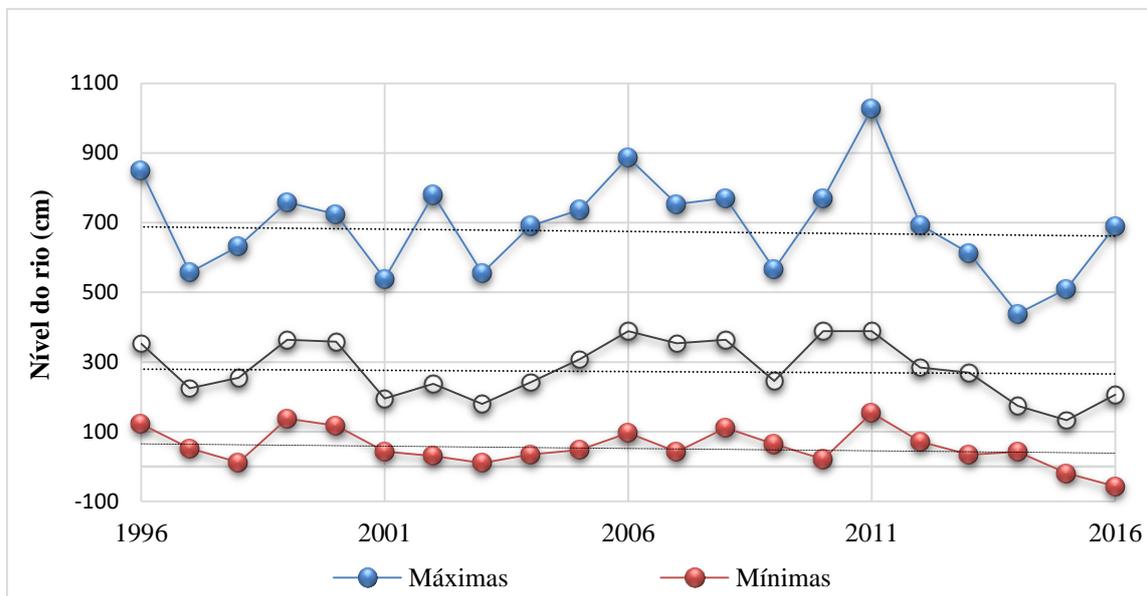


Figura 04: Valores mínimos, médios e máximos anuais de cotas fluviométricas da estação de Boa Vista (RR) de 1996 até setembro de 2016. Valores de nível com referência local.

O baixo índice de precipitação acumulada desde 2014 influenciou nos baixos níveis do rio Branco, principalmente nos primeiros (JAN-FEV-MAR) e últimos trimestres (OUT-NOV-DEZ) dos anos de 2015 e 2016, quando ocorre o período de vazante na estação de Boa Vista (Figura 05).

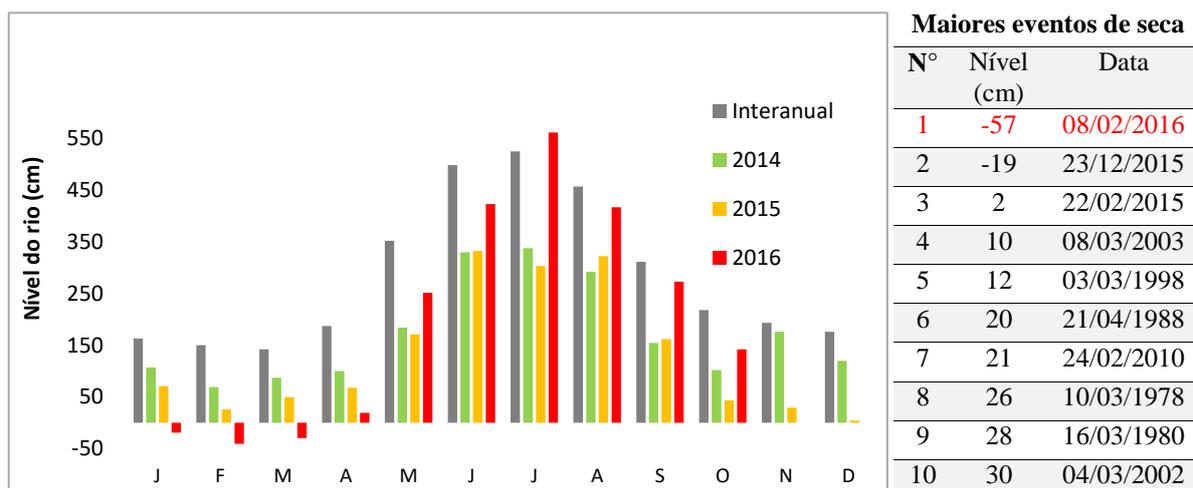


Figura 05: Variação de cotas fluviométricas mensais na estação de Boa Vista (RR) para os anos de 2014, 2015 e 2016 (até setembro) e os 10 maiores eventos de seca (valores mínimos) para a estação de Boa Vista. Valores de nível com referência local.

Os máximos de vazantes ocorrem predominantemente no primeiro trimestre do ano na estação de Boa Vista, mas em alguns anos podem ocorrer no último trimestre. Observa-se que no ano de 2016 as médias mensais do primeiro trimestre foram negativas diferenciando-se dos

anos anteriores. Na listagem dos 10 maiores eventos de seca no Rio Branco em Boa Vista, à mínima recorde de toda série histórica (-57 cm) ocorreu em 08 de fevereiro de 2016. Em segundo e terceiro lugar o ano de 2015, com dois eventos de seca recorde no mesmo ano o nível do Rio Branco chegou a 2 cm em 22/02/2015 e -19 cm em 23/12/2015.

Estes processos culminaram em uma série de transtornos a sociedade. De acordo com o banco de dados e registros de desastres da Defesa Civil Nacional. No início de 2015 foi decretada situação de emergência em quatro municípios de Roraima: Bonfim, Cantá, Caracará e Normandia. Em fevereiro, o clima seco fez com que fosse decretado estado de emergência em Mucajaí, Iracema, Alto Alegre e Amajari.

Com o reconhecimento do governo federal em 2015 foram repassados ao governo de Roraima cerca de R\$ 4 milhões, e para o segundo decreto, foi feito um levantamento de mais R\$ 3 milhões.

Em fevereiro de 2016 a Defesa Civil já havia decretado situação de emergência em 13 dos 15 municípios do estado de Roraima, devido ao evento de estiagem e seca: Amajari, Alto Alegre, Bonfim, Cantá, Caracará, Mucajaí, Normandia, Pacaraima, Rorainópolis e São Luiz. No fim do mês foram incluídos mais três municípios: São João da Baliza, Caroebe e Iracema.

Vale ressaltar que os documentos de desastres são emitidos quando ocorrem eventos com potencial ou efetivo dano humano, social, econômico e ambiental (CASTRO et al., 2007). Portanto, nem todos os anos destacados nas séries históricas são coincidentes anos de desastres.

A situação de emergência é a circunstância de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta.

Nesta situação, o estado e município recebem repasse de verbas para ações emergenciais, porém essas dependem dos trâmites burocráticos e dos critérios de comprometimento da receita líquida e números afetados. Portanto, não é comum vermos as capitais dos estados nesta situação, como por exemplo, Boa Vista que não entrou em situação de emergência, pois trata-se do maior rendimento líquido e maior população do estado de Roraima.

Não só a constatação do evento, mas o tempo de permanência é importante para verificarmos a proporção e intensidade do evento de seca. Com a definição de uma cota de alerta de 10% acima das mínimas para a série histórica, o nível do Rio Branco em Boa Vista, em 2015 apresenta cerca de 166 dias abaixo de uma cota de alerta, enquanto que até setembro de 2016 estava com 104 dias abaixo da cota de alerta, mostrando como estes eventos foram de longa duração.

A seca tem alterado severamente as paisagens ao longo do rio Branco (Figura 06). O ano de 2006 apresentou período de vazante dentro dos níveis normais para época, desta forma serviu de base comparativa com os eventos de seca recorde de 2015 e 2016. O cálculo da área molhada de 2015 evidenciou uma redução de 19,5% (32,849 km²) na área em comparação a 2006, enquanto que o ano de 2016 apresentou uma redução de 41,6% (23,786 km²) em relação a 2006 e menor 27% comparado a 2015.

Notavelmente visíveis um maior número de ilhas e barras de deposição lateral ao longo do canal. A comparação entre as áreas mapeadas apontam também a expressividade da dinâmica geomorfológica.

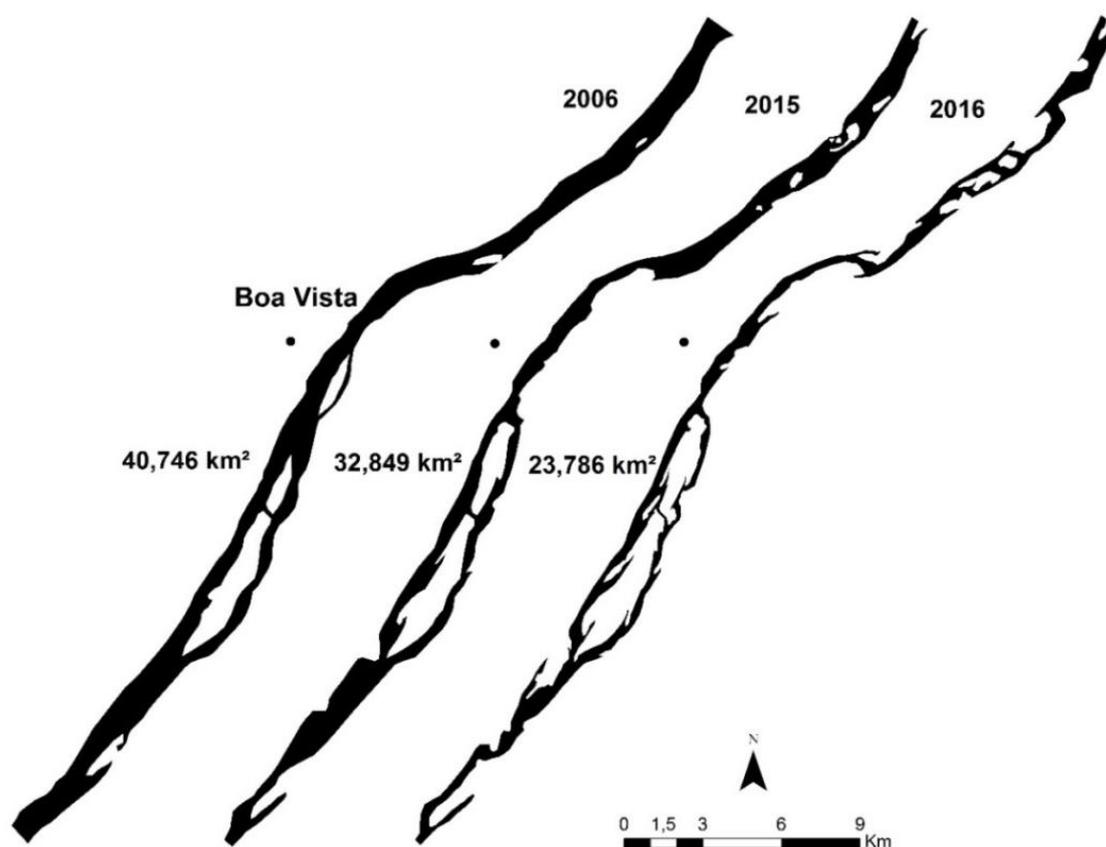


Figura 06: Área molhada mapeada nos anos de 2006, 2015 e 2016.

Uma das graves consequências das secas históricas na região foi o desabastecimento de água para a população local, em que neste período o nível do rio fica abaixo dos pontos de captação de água. Segundo o governo do estado, a Companhia de Águas e Esgotos de Roraima está desde 2015 executando um plano de contingência para evitar o desabastecimento de água. O plano consistiu na perfuração de poços, tanto para Boa Vista quanto para o interior do estado e as duas bombas de captação de água do Rio Branco saíram de ponto fixo e hoje são flutuantes para a locomoção devido aos baixos níveis do Rio Branco.

4. Conclusões

Os eventos de seca e estiagem promovem grandes mudanças nas paisagens e transtornos para a população. Portanto, o monitoramento destes eventos com a utilização das ferramentas SIG na extração de corpos d'água permite uma ampla visão espacial, importante para acompanhar, diagnosticar e prever a extensão destes tipos de eventos extremos. No entanto, o analista deve ser atento para obter imagens com boas condições de cobertura de nuvens, com correções geométricas e radiométricas adequadas.

A comparação de séries históricas dos níveis da seca de 2015/2016 se assemelha com o evento observado em 1997/1998. Na Bacia do Rio Branco o ano de 2016 foi considerado o maior evento de seca observado, evidenciado pela menor cota fluviométrica e menor área ocupada pela água no leito fluvial, seguido de 2015 como o evento atípico de cotas muito baixas e dois registros recordes de seca no mesmo ano, considerado o evento mais prolongado no Rio Branco em Boa Vista.

Os baixos índices de precipitação acumulada podem ser os maiores controladores da seca no Rio Branco, mas é importante perceber que este sistema fluvial é sensível ao fator antrópico,

expresso pelas grandes taxas de desmatamento e focos de queimadas que podem interferir na manutenção das nascentes e rede de drenagem desta bacia hidrográfica.

Referências

- Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br>>. Acesso em: 28 de set. de 2016.
- Castro, A. L. C.; Calheiros, L. B. Cunha, M. I. R.; Bringel, M. L. N. C. **Manual de Desastres: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério de Integração Nacional, 2007. 182 p.
- Latrubesse E. M.; Franzinelli E. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil. **Geomorphology**, v. 44, p. 241-257, 2002.
- Mertes L. A. K., Dunne T., Martinelli L.A. Channel-floodplain geomorphology along the Solimões-Amazon River, Brazil. **Geological Society of American Bulletin**, v. 108, p. 1089-1107, 1996.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Bases cartográficas (2006). Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas.html>>. Acesso em: 10 de jul. de 2016.
- Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. Banco de Dados de Queimadas (2016). Disponível em: <https://prodwww-queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas/>. Acesso em: 22 de set de 2016.
- Instrução Normativa N°1, de 24 de agosto de 2012. Ministério de Integração Nacional. Disponível em: <http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/publicacoes/InstrucaoNormativa24082012.pdf>. Acesso: 22 de ago. de 2016
- Ministério de Integração Nacional. Banco de banco de dados e registros de desastres da Defesa Civil Nacional.
- Muniz, L. S. Filizola, N. P. Alves, C. S. Análise multitemporal da variabilidade de cotas fluviométricas do rio Madeira - uma avaliação de danos sob extremas condições hidrológicas - Brasil. In: **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu - Paraná, 2013. ISBN: 978-85-17-00065-2. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/indexaut.htm#letraL>>
- Novo, E. M. Ambientes Fluviais. In: Florenzano, T. G. **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais. Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 97 p.
- Plataforma Rios Online. Banco de Dados Hidrológicos. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/onlinerios/home>>. Acesso em: 28 de set. 2016.
- Rozo, J. M. G. Nogueira, A. C. R. Carvalho, A. S. Análise multitemporal do Sistema fluvial do Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1875-188. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2005/files/indexaut.htm#letraL>>
- Serviço de Observação Controles geodinâmico, hidrológico e biogeoquímico da erosão/alteração e da transferência de matérias nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Congo - SO HYBAM. Banco de Dados Hidrológicos. Disponível em: <www.ore-hybam.org>. Acesso em: 28 de set. 2016.
- Stemberg, H. O'reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro/ Hilgard O'Reilly Stemberg**. – 2 Ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1998. 330p. 2.v:Il., mapas. – (Coleção Friedrich Katzer)
- United States Geologic Survey (USGS). **The USGS global visualization viewer**. Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>>. Acesso em 15 de outubro de 2016
- Zani, H.; Marinho, R. R.; Gavlak, A. A. Avaliação de métodos para extração de corpos d'água e áreas inundadas em imagens LANDSAT-TM. In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, 2010, Recife – Pernambuco - Anais do VII SINAGEO, 2010. Disponível em: <dpi.inpe.br/plutao/2010/11.11.17.36.15>
- Documentos consultados:
- Boletim Infoclima. N° 12/ANO 21 - 19/12/2014. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2016.
- Boletim Infoclima. N° 03/ANO 22 - 27/03/2015. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2016.
- Boletim Infoclima. N° 12/ANO 22 - 18/12/2015. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2016.
- Boletim Infoclima. N° 12/ANO 23 - 29/02/2016. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. Disponível em: <<http://infoclima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2016.
- Boletim de Monitoramento Hidrológico da Amazônia Ocidental. N° 08-27/02/2015. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/alerta08_2015.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2016.
- Boletim de Monitoramento Hidrológico da Amazônia Ocidental. N° 48-28/12/2015. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/manaus/pdf/alerta48_2015.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2016.
- Boletim de Monitoramento Hidrológico da Amazônia Ocidental. N° 05-12/02/2016. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20160212_11-20160226%20-%20115305.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2016.