

A CHEIA DE 2009 NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: Uma análise preliminar

Roseilson do Vale¹, Naziano Filizola² & Rodrigo Souza²

Resumo - Este trabalho apresenta uma análise preliminar da cheia de 2009 na Amazônia Brasileira. O ano de 2009 se mostrou atípico do ponto de vista hidrológico em relação ao período e intensidade de cheia climatológica de alguns dos principais rios da Bacia Amazônica. Dentro desse contexto, busca-se entender como uma resposta heterogênea dos rios está relacionada com uma anomalia de precipitação de grande escala. Para isso, foram utilizados dados de cota das estações de Tabatinga (Rio Solimões), Manaus (Rio Negro), Borba (Rio Madeira) e Óbidos (Rio Amazonas) e estimativas remotas de radiação de onda longa (ROL) sobre cada um dos sítios analisados. Os resultados obtidos sugerem que as causas da cheia não ocorreram de forma simultânea na bacia, e sim devido aos efeitos combinados de translação da onda de cheia na bacia e pelas atividades convectivas nos diferentes sítios analisados. Esse efeito combinado produziu uma cheia recorde à jusante da bacia amazônica, em Óbidos-PA.

Abstract - This paper presents a preliminary analysis of the 2009 flood in Brazilian Amazon. This year of 2009 was atypical concerning hydrology and the climatological mean intensity of some of the major rivers of the Amazon Basin. Within this context, we attempt to understand how a heterogeneous response of rivers is related to a large scale precipitation anomaly. For this, hydrometric data were used to best identify the season at Tabatinga (Rio Solimões), Manaus (Rio Negro), Borba (Rio Madeira) and Óbidos (Amazon) stations and long-wave radiation (LWR) estimated by remote sensing under each analyzed site. The results suggest that the flood causes do not occurred at the same time in the basin, but due to the combined effects of flood-wave translation into the basin and convective activities reaction by rivers in the different analyzed sites. This combined effect produced the highest record flood at the downstream region of the Amazon River as registered in Óbidos, PA (the Óbidos centennial flood).

Palavras-Chaves: Amazônia, Cheia, Hidrologia

Introdução

O início do ano de 2009 se mostrou do ponto de vista hidrológico, atípico em relação ao período de cheia normal de alguns dos principais rios da Bacia Amazônica. Este comportamento está ligado a eventos climatológicos anômalos previstos pelas entidades que monitoram o tempo e o clima da região (INMET, SIPAM e INPE/CPTEC). Dos boletins divulgados por aquelas entidades, bem como do estudo dos dados climatológicos e meteorológicos disponíveis se podem identificar a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) como o principal sistema responsável pelas citadas anomalias de pluviosidade (Figura 1).

¹ Programa de pós-graduação em Clima e Ambiente UEA/INPA, roseilsondovale@gmail.com

² Núcleo de Meteorologia e Hidrologia - UEA

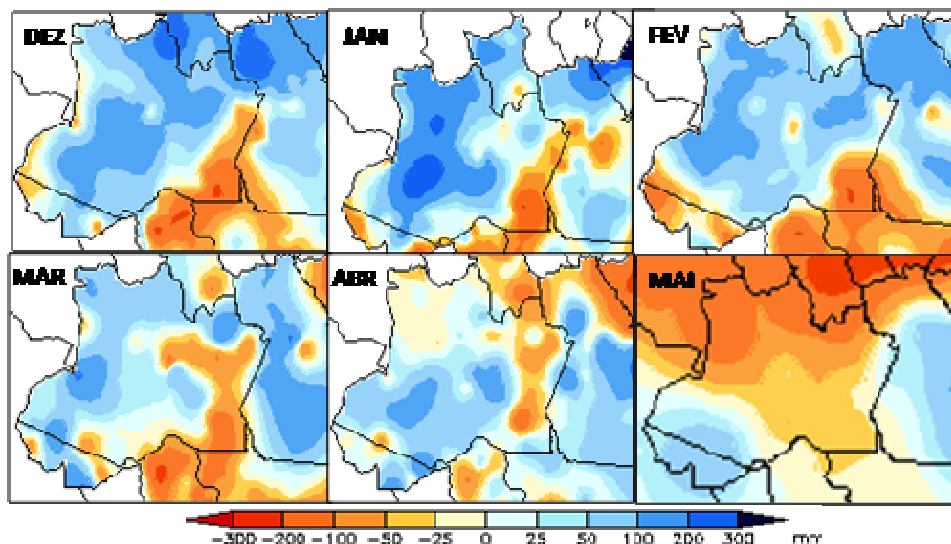


Figura 1. Anomalias de pluviosidade sobre a Amazônia ocidental brasileira nos meses de dezembro de 2008 a maio de 2009. Fonte: www.inpe.cptec.br.

Posicionada latitudinalmente mais ao sul do Equador do que o considerado como normal (climatologia), devido à anomalia positiva de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical Sul, a ZCIT se manteve sobre a Amazônia de forma, espacialmente, bem ampla, ocasionando importantes e intensos eventos de precipitação no período de janeiro a março.

As respostas observadas nos rios diretamente através dos registros de níveis medidos em algumas estações hidrométricas na região indicam tratar-se de uma antecipação do período de cheia em relação ao normalmente esperado. No entanto, esta conclusão pode ser precipitada sem um estudo da dispersão do conseqüente reflexo fluviométrico daquelas chuvas. Assim é que o presente estudo pretende, ainda que preliminarmente, analisar os dados disponíveis em quatro (4) regiões ou calhas de rios distintas.

São associados a esta análise dados de radiação de onda longa (ROL) estimada a partir de satélite, visando entender o caráter aparentemente homogêneo do evento. Diz-se aqui aparentemente, uma vez que o mesmo produziu uma cheia recorde em Óbidos-PA, no Rio Amazonas, não gerando, no entanto, o mesmo efeito em Tabatinga-AM, no Rio Solimões, em Manaus-AM, no Rio Negro ou ainda em Borba-AM, no Rio Madeira. Portanto, pretende-se contribuir para responder a pergunta sobre, como se pode analisar uma resposta heterogênea dos rios a um caráter aparentemente homogêneo de uma anomalia de precipitação de grande escala?

Materiais e métodos

Região do estudo

Para se poder gerar uma análise detalhada do impacto do evento climatológico em escala regional seriam necessários dados de muitas estações hidrométricas da Bacia Amazônica. Assim, por tratar-se de uma análise preliminar, buscou-se inicialmente um estudo das séries fluviométricas (cotas) em 4 estações distintas (Figura 2), representativas de regimes hidrológicos com controles distintos (Molinier et al., 1993, Filizola et al., 2002 e Sioli, 1975).

A estação de Tabatinga, no Rio Solimões, cujo regime é dito como Equatorial com um pico de cheia dominante no primeiro semestre do ano civil, o rio principal neste ponto recebe contribuições basicamente advindas do hemisfério sul, notadamente dos rios Napo (Equador e Peru), Uacayali e Marañon (Peru). A estação de Manaus, no Rio Negro próximo à sua foz, também com regime dito Equatorial, porém com a possibilidade de apresentar dois picos de “cheia”, um no início do primeiro semestre (fevereiro/março) e outro no meio do ano civil (junho/julho), sendo este último o pico da cheia anual propriamente dito. No caso do Rio Negro as contribuições deste estão muito concentradas em bacias hidrográficas cujas calhas dos rios principais advêm do hemisfério norte. A estação de Borba no Rio Madeira, por sua vez, está na calha de um rio cujo regime é dito Tropical Austral, com pico de cheia em meados do primeiro semestre do ano civil (de fevereiro a abril) e recebendo contribuições principalmente do hemisfério sul.

Finalmente no rio Amazonas, a estação de Óbidos que controla cerca de 80% da água que escoia pela bacia Amazônica para o Oceano Atlântico, tem regime do tipo Equatorial, porém é dito “alterado” em função das conjunções dos diferentes grandes tributários do curso principal da bacia. Apesar de se encontrar a jusante da foz do Rio Negro, que em Manaus é controlado pelo nível do Rio Solimões (Meade et al. 1991), tem o pico de cheia antecipado em relação ao do Rio Solimões naquelas proximidades. Tal fato se verifica pelas fortes contribuições líquidas do Rio Madeira, cujo pico de cheia como acima referido se posiciona em meados do primeiro semestre do ano civil (Molinier et al, 1993 e Sioli, 1975).

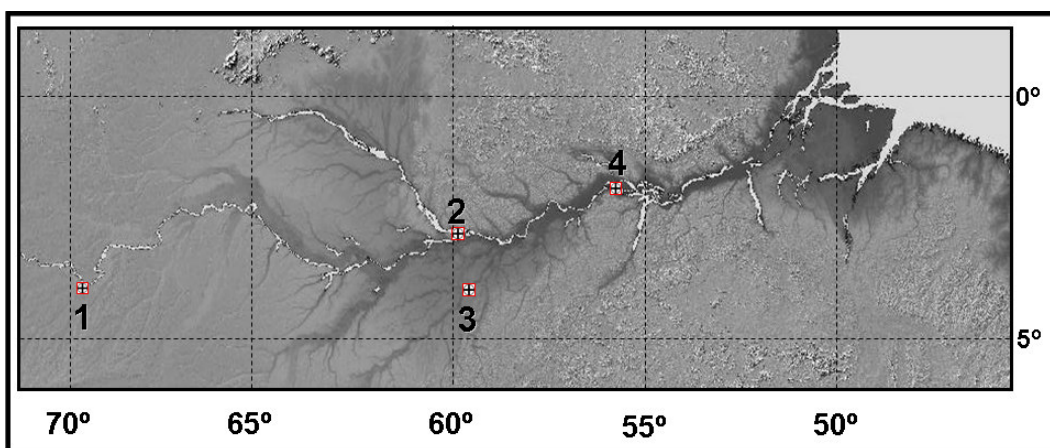


Figura 2. Posição dos sítios investigados neste estudo, em especial as estação hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) na Bacia Amazônica: Tabatinga (1); Manaus (2); Borba (3) e Óbidos (4).

Dados

Neste estudo utilizaram-se dados de cota fluviométrica média diária obtidos junto à ANA (<http://www.ana.gov.br>), SNPH (<http://www.snph.am.gov.br>) e Rede ORE/HYBAM (<HTTP://www.ore-hybam.org>), previamente validados pela equipe da Rede Estadual de Meteorologia e Hidrologia do Amazonas (<http://remethi.org>). Dados semanais de radiação de onda longa foram inferidos pelo sensor AIRS – *Atmospheric*

Infrared Sounder do satélite ambiental AQUA (<http://www.jpl.nasa.gov>). Estes dados correspondem a uma média da ROL de 8 dias.

Para o período de 14 de dezembro de 2008 a 20 de março de 2009. A quantidade de radiação (infravermelha) emitida para o espaço pelo sistema terra-atmosfera, também conhecida como radiação de onda longa, está diretamente relacionada com a precipitação, já que para a região tropical as maiores variações de ROL resultam de mudanças na quantidade e na altura das nuvens. Na região tropical a maior parte da precipitação está associada à convecção profunda (Xie & Arkin, 1998).

Regiões de intensa e freqüente convecção e precipitação, associadas às monções e à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) aparecem como regiões de baixa ROL (Chelliah & Arkin, 1992). Para as regiões tropicais, baixos valores de radiação de onda longa (ROL) registrados por satélites ambientais no topo da atmosfera terrestre são utilizados para caracterizar regiões de convecção profunda, enquanto que em médias latitudes, similares valores de ROL podem representar nuvens do tipo Stratus (Dutton et al., 2000). A convecção tropical, geralmente corresponde a regiões de ROL abaixo de 240 W/m^2 (Lau et al., 1997).

Processamento dos dados

Os dados obtidos foram processados em planilha eletrônica de cálculo de forma a gerar uma série histórica de cotas médias diárias a partir de 14/12/2008 até o dia 20/03/2009, para cada uma das estações estudadas. Estas séries foram comparadas com as séries estatísticas diárias médias, máximas e mínimas históricas. A partir das séries diárias foram obtidos os gradientes de variação diária da cota. Os valores dos gradientes foram filtrados estatisticamente utilizando-se média móvel de 8 dias e assim foi gerada uma série de gradiente médio da variação de cota a cada 8 dias, aqui denominado $DH/DT_{(8)}$. Este intervalo, de pouco mais de uma semana, foi adotado para que se pudesse retirar o ruído diário, priorizando os sinais mais facilmente correlacionáveis com o tempo de translação da onda de cheia entre as estações, bem como para que se ficasse compatível com os dados semanais disponíveis de ROL, aqui denominada de $ROL_{(8)}$. Vale ressaltar que estes dados de radiação de onda longa oriundas do sensor AIRS, correspondem a observações sobre a região mais próxima de cada um dos sítios analisados, sendo representativo de uma área correspondente a $1^\circ \times 1^\circ$.

Uma vez geradas as séries de dados de $DH/DT_{(8)}$ e de $ROL_{(8)}$, para o mesmo período, as mesmas foram analisadas separadamente para cada sítio de estudo. Em seguida os possíveis efeitos entre os dados de $ROL_{(8)}$ e de $DH/DT_{(8)}$ foram avaliados com o intuito de inferir possíveis relações entre convecção profunda associada a precipitação mais intensa e seu reflexo no gradiente da cota. Ademais entre alguns sítios também se buscou observar sinais de translação da onda de cheia ocasionada por forte anomalia de precipitação sobre a região amazônica especialmente no período de janeiro a março de 2009.

Resultados

Os cotogramas

Para o período de tempo analisado, os níveis das estações estudadas variaram como indicado na Figura 3. Da análise desta figura percebe-se uma abrupta ascensão do nível do Rio Solimões em Tabatinga cobrindo quase toda a variabilidade histórica diária para o período. O nível do rio, que iniciou o ano bem abaixo da média histórica diária, cerca de 30 dias depois estava muito próximo da máxima histórica diária. Neste período, em cerca de 4 semanas o nível do Rio Solimões subiu pouco mais de 4,5 metros, quase alcançando a curva de máxima histórica diária. Deste período em diante os níveis em Tabatinga subiram ainda um pouco (cerca de 1 metro) e permaneceram sempre altos, porém não ultrapassando os valores máximos históricos diários (aproximadamente 30 cm a baixo), chegando a tangenciar a curva de máxima na primeira semana de abril.

No mesmo período, em Manaus, os níveis do Rio Negro iniciaram o ano com 70% da margem de variabilidade entre a média e máxima histórica diária registrada para o período, o que corresponde a uma anomalia positiva de aproximadamente 10% em relação à média histórica diária para o período. Os valores chegaram a corresponder ao máximo histórico diário a partir do dia 30/01, tendo ultrapassado esta curva em 02/02. Neste período, do primeiro mês do ano, o nível do Rio Negro variou pouco mais de 2 metros. Na seqüência, os níveis do Rio Negro evoluíram sempre positivamente e acompanhando, por vezes ligeiramente acima ou ligeiramente abaixo da curva de máxima histórica diária para o período. Na região de Borba no Rio Madeira, os níveis iniciaram o ano ligeiramente abaixo da normal para o período, ultrapassando-a entre os dias 05 e 07 de janeiro. A partir desta data os níveis oscilaram entre 1 a 4% acima da média (normal) para o período do dia 23/02 ao dia 02/03 quando se deu uma ascensão de pouco mais de 1 metro, porém permanecendo abaixo dos níveis máximos históricos diários para o período.

Finalmente, na estação de Óbidos os níveis do Rio Amazonas iniciaram o ano com uma anomalia positiva de aproximadamente 30% no primeiro mês do ano, sendo que a partir do dia 26 de janeiro se iniciou uma ascensão que durou até quase o final da primeira quinzena de fevereiro, quando os níveis diários de 2009 passaram a superar os níveis médios históricos diários. Sendo que no início de maio atingiu mais de 70 cm acima do máximo histórico diário, estando ainda, no entanto, dentro da faixa de 30% acima da normal para o período.

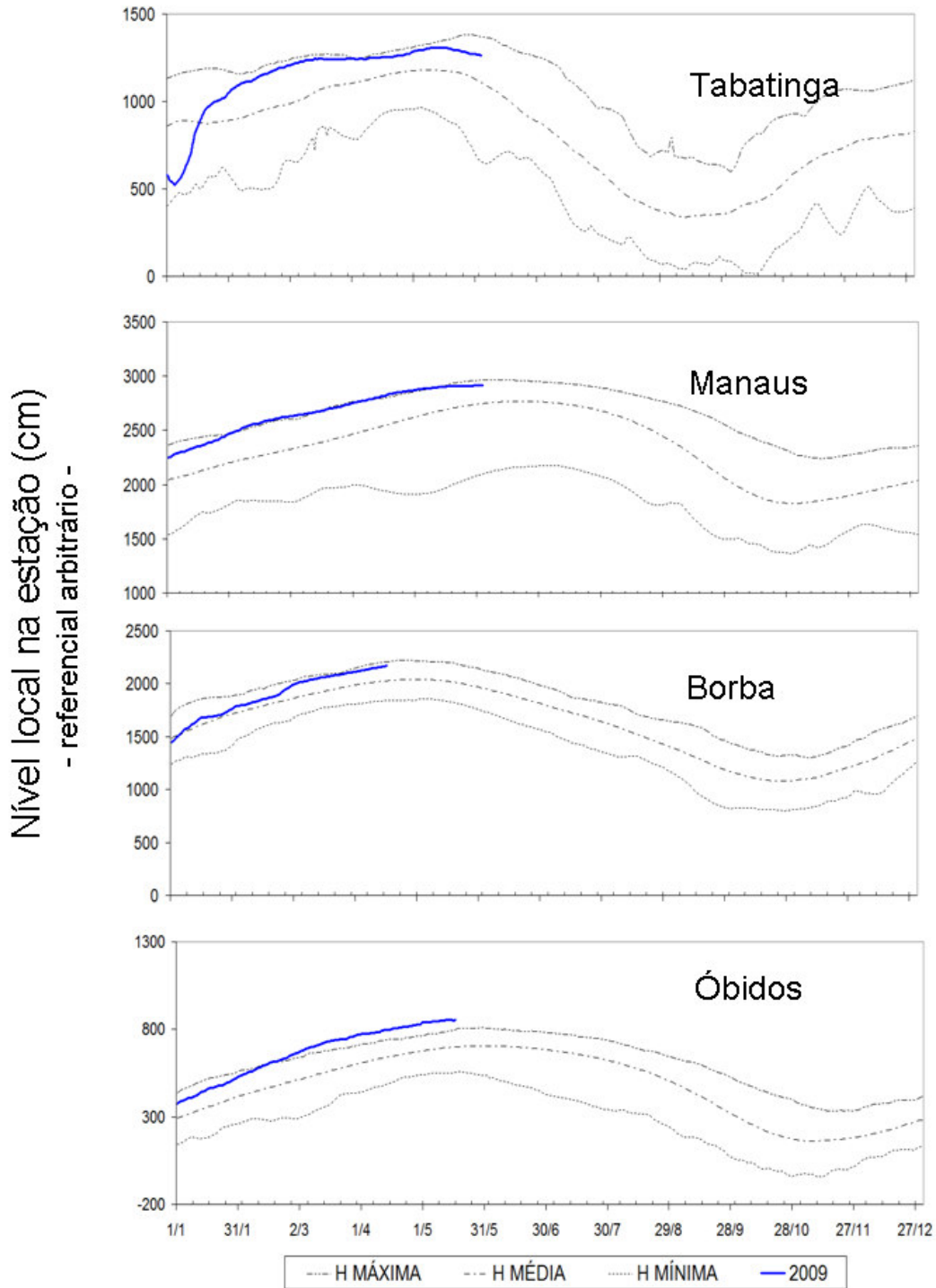


Figura 3. Cotograma das estações hidrométricas da ANA para o ano de 2009 (azul) em relação aos valores médios, máximos e mínimos históricos diários.

As anomalias de $DH/DT_{(8)}$

A análise das cotas diretas só permite o estudo de cada estação individualmente pelo fato de o referencial de nível ser arbitrário e independente para cada estação. Ou seja, os RRNN de cada posto estão localizados na margem do respectivo curso d'água, no

entanto não estão relacionados ao nível do mar, um referencial absoluto. Assim, para uma análise comparativa entre os níveis das diferentes estações hidrométricas se pode fazer uso do gradiente de variabilidade das cotas (Figura 3 a, b, c, d). O procedimento adotado aqui leva em consideração a variabilidade média histórica para 8 dias, tida como a normal para cada período, à qual são comparados os dados de 2009. Deste modo, se percebe em Tabatinga um comportamento no mês de dezembro de 2008 (última quinzena), abaixo da normal assim permanecendo até meados da primeira quinzena de 2009. Neste período $DH/DT_{(8)}$ variou desde +3m até -9m, enquanto o esperado para o período seria uma variação de +3cm até +9cm. Ou seja, observou-se uma inversão praticamente total em relação ao padrão esperado. Já a partir da segunda quinzena de janeiro o sinal $DH/DT_{(8)}$ elevou-se de -9cm para +70cm, em pouco mais de uma semana, quando o esperado para o período seria uma variação de +9cm para -3cm. Na seqüência observou-se uma redução de +70cm para +38cm, quando o normal para o período seria de -3cm para 0cm. Ou seja, uma oscilação bem acima do padrão para o período, configurando uma forte anomalia positiva do gradiente. Posteriormente, já na última semana de janeiro e daí até a última quinzena de fevereiro o observado revelou variações entre +10cm e +20cm, contra um padrão entre +4cm e +8cm, diminuindo no mês de março para valores abaixo de +10cm, praticamente dentro do normal esperado para o período.

Na estação de Manaus, no período correspondente ao final de 2008 até a primeira quinzena de janeiro de 2009 houve pouca variação (+7cm a +9cm) em relação ao gradiente normal para o período (+9cm a +11cm). A partir da segunda quinzena o gradiente subiu ligeiramente (+9cm a +10cm). No entanto, esta subida não foi abrupta e se manteve abaixo do normal (+9cm a +12cm) para o período. Em seguida desceu para valores (+3cm a +9cm) sempre abaixo do normal (+8cm a +9cm), a não ser pela semana de 24/02 onde ultrapassou levemente (por 1cm) a média para o período. O caso de Borba, no Rio Madeira mostrou comportamento bem diferenciado em relação a Manaus. O valor de $DH/DT_{(8)}$ em meados de dezembro de 2008 encontrava-se abaixo (+1cm) da normal para o período (+9cm). No entanto, no período entre o final de 2008 e o final da primeira semana de 2009 uma ascensão abrupta no sinal do gradiente o elevou de uma variação média semanal de +1cm para +18cm. Da segunda semana de janeiro até o final da penúltima semana do mesmo mês o sinal gradiente caiu para +3cm. Na seqüência, outra ascensão o levou na última semana para +10cm e daí seguindo para igualar-se à média do período por volta da primeira semana de fevereiro. O sinal de Borba retomou a subida na segunda quinzena de fevereiro até a primeira semana de março quando o nível chegou a subir +3cm e +11 cm, respectivamente. Em seguida, o sinal de 2009 voltou a acompanhar o sinal normal para o período.

Finalmente, na estação de Óbidos o sinal de $DH/DT_{(8)}$ em meados de dezembro de 2008 mostrava-se igual ao normal para o período entrando em oposição de fase com este último até meados da primeira semana de janeiro de 2009, quando ultrapassou a normal para o período chegando a atingir uma variabilidade de +12cm no período de 07/01 a 15/01, enquanto o esperado seria +8cm. Na seqüência decaiu até 23/01 para um sinal da ordem de +7cm, abaixo dos +9cm correspondentes ao valor médio, retornando a atingir +12cm em 31/01. Posteriormente, de 08/02 até 24/02 o sinal de $DH/DT_{(8)}$ decaiu de +10cm até +8cm, seguido por um período de subida para +12cm, em média, até 04/03, daí para frente entrando em declínio praticamente até o final do período ora estudado.

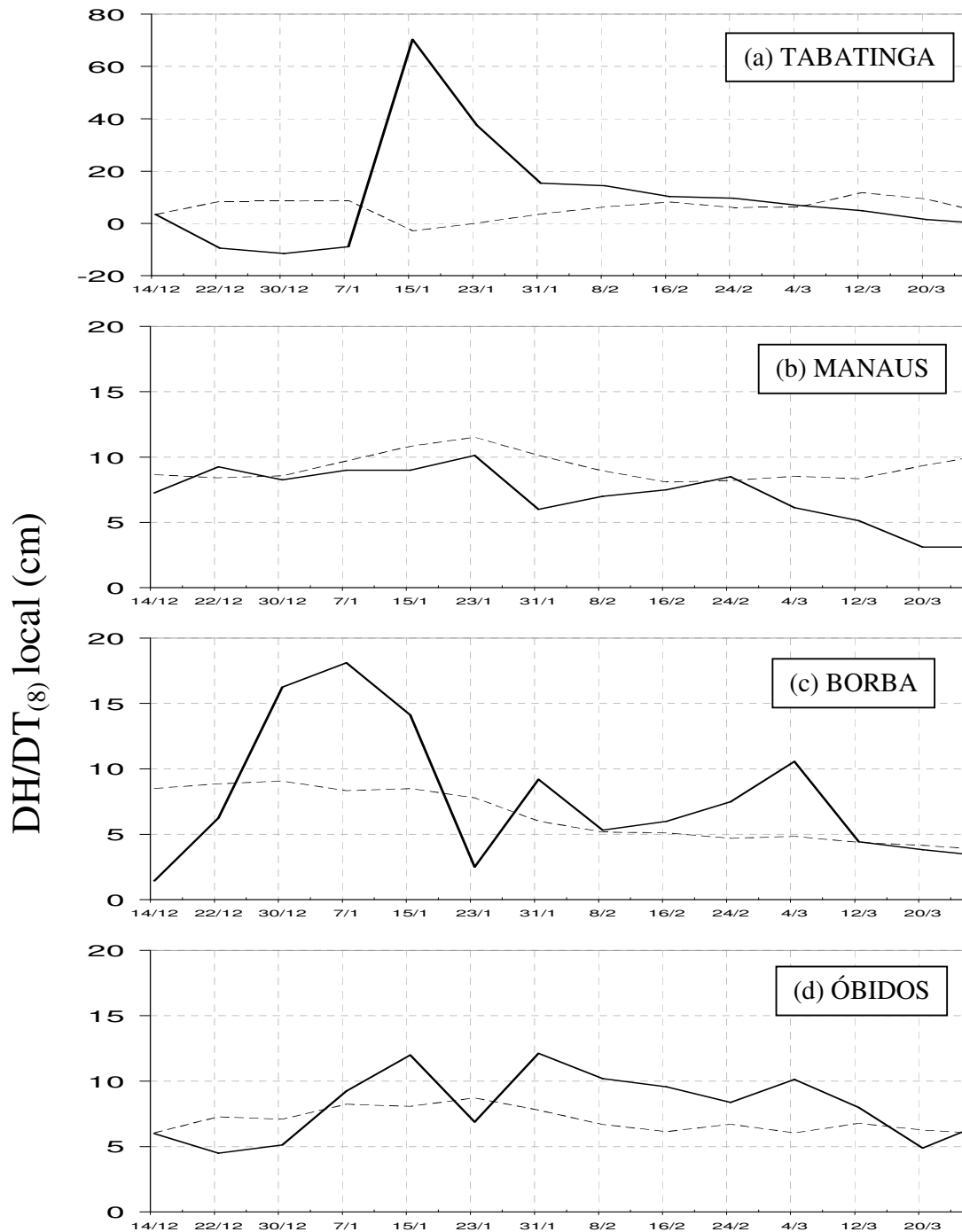
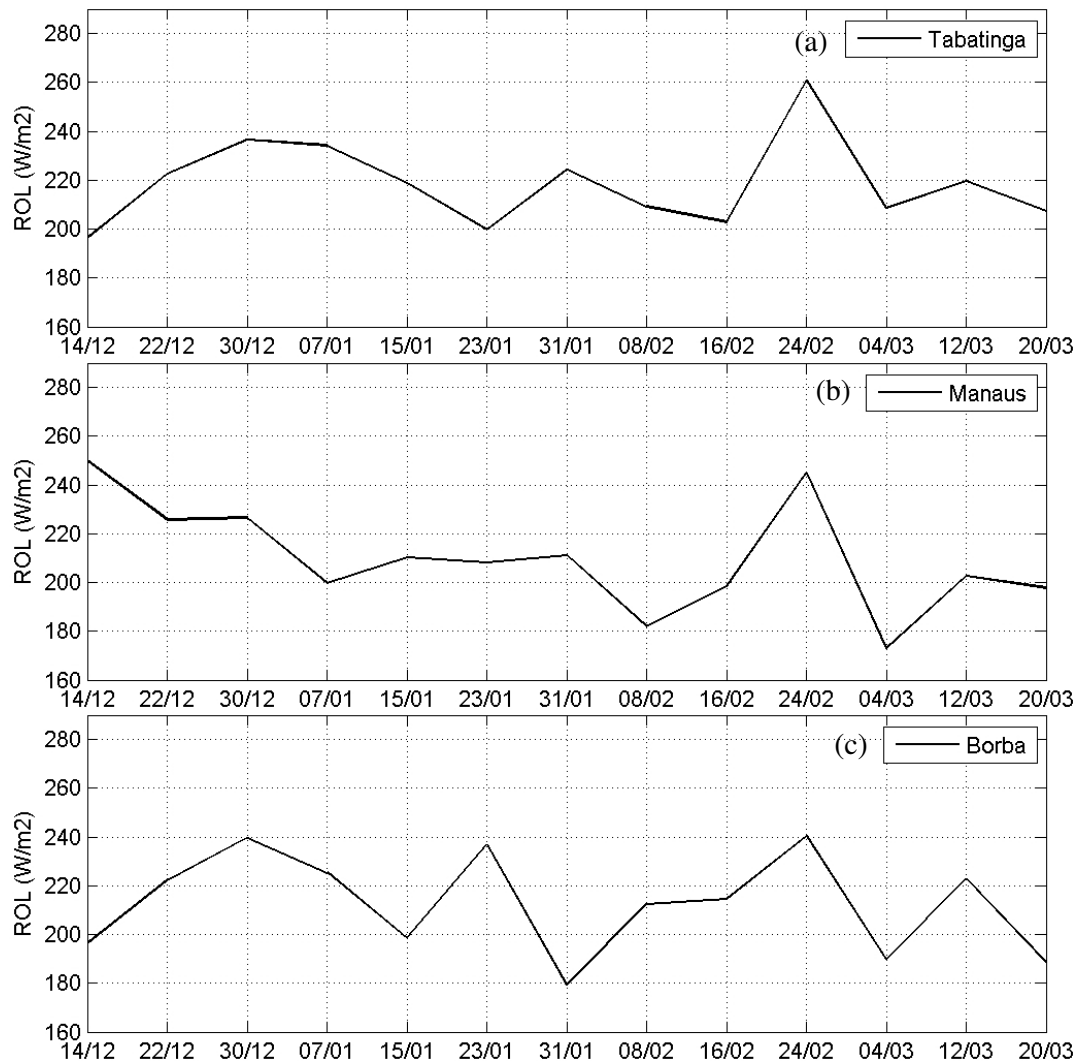


Figura 4. Dados de cota médios para 8 dias observados em 2009 (linha cheia) e dados de cota médios para 8 dias obtidos a partir das médias históricas diárias gerados a partir das séries históricas da ANA.

Dados de Radiação de Onda Longa (ROL)

A Figura 5 (a, b, c, d) apresenta os valores de ROL médios de 8 dias inferidas pelo satélite ambiental AQUA para Tabatinga, Manaus, Borba e Óbidos. Observa-se nesta figura a ocorrência de atividade convectiva em meados de dezembro de 2008 na região de Tabatinga e Borba, com valores de ROL abaixo de 200 W/m^2 . Por outro lado, as

cidades de Manaus e Óbidos apresentaram valores de ROL acima de 240 W/m^2 no mesmo período, o que não configura convecção tropical, segundo Lau et al. (1997). Observa-se que os máximos de atividade convectiva na cidade de Tabatinga ocorreram nas semanas entre os dias 14 de dezembro de 2008, 23 de janeiro e 16 de fevereiro de 2009. A cidade de Manaus apresentou seus máximos semanais entre os dias 07 de janeiro e 16 de fevereiro de 2009. Ressalta-se na cidade de Borba atividade convectiva mais intensa na segunda quinzena do mês de janeiro. Já sobre a cidade de Óbidos observam-se valores mais elevados de ROL durante a maior parte do período estudado, em relação às demais localidades analisadas. De maneira geral, as nuvens mais profundas predominaram sobre as cidades de Borba e Manaus desde o final de dezembro de 2008 até meados de fevereiro de 2009. No mês de março observa-se uma retomada da atividade convectiva sobre os sítios analisados com maior intensidade sobre a região de Manaus e Borba.



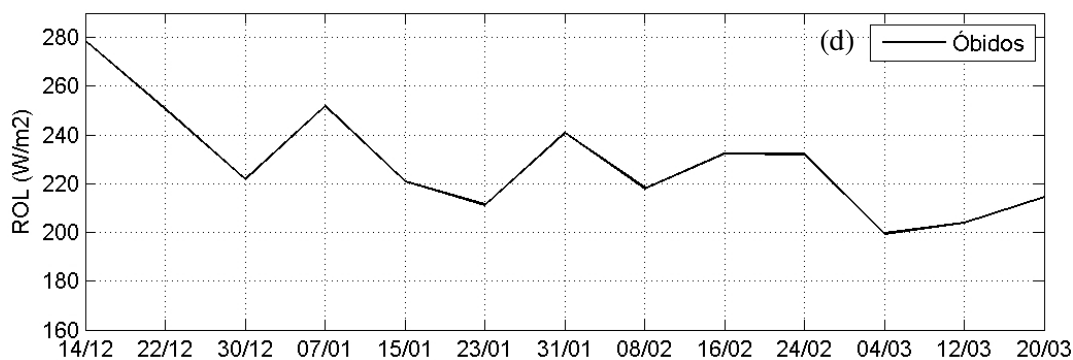


Figura 5 – Dados de ROL médios dados a cada 8 dias estimados para uma região de 1° x 1° sobre as localidades estudadas, para o período de 14/12/2008 a 20/03/2009.

Discussão

Tomando-se os resultados obtidos e levando-se em consideração que a convecção tropical, geralmente corresponde a regiões de ROL abaixo de 240 W/m^2 (Lau et al., 1997) é possível verificar a ocorrência de convecção em quase todo o período estudado. No entanto, tomando-se os valores mínimos de ROL, como indícios mais fortes de convecção profunda e associando-os à precipitação intensa é possível considerar que os picos de cota em alguns momentos do período estudado exibem forte relação com os valores mais baixos de ROL. Além disso, é possível considerar defasagem entre o início do período de decaimento dos valores de ROL com a intensificação dos valores de $DH/DT_{(8)}$. Assim, é possível observar que em Tabatinga o grande pulso no cotograma, ocorrido durante o mês de janeiro, pode ser associado tanto com valores baixos de ROL de meados de dezembro de 2008 como com um segundo período de convecção profunda iniciado na primeira semana de janeiro de 2009, que persistiu por todo o mês até meados de fevereiro.

Em Manaus, por sua vez, o cenário foi de baixos valores de ROL durante quase todo o período, no entanto, isso não se refletiu num aumento intenso e rápido de $DH/DT_{(8)}$, provavelmente pelo fato de terem sido chuvas localizadas e de o nível de Manaus ser controlado pelo nível do Rio Solimões (Meade et al, 1991) do que pelo próprio Rio Negro nesta época do ano. Todavia, o pico de subida do sinal $DH/DT_{(8)}$ identificado em Tabatinga, parece ter chegado atenuado em Manaus, aproximadamente de 15 a 20 dias.

Em Borba, o sinal de convecção profunda de meados de dezembro de 2008 parece ter se refletido com grande intensidade até a primeira quinzena de janeiro de 2009. Entretanto, o sinal pode ter sido intensificado ainda pela onda de cheia de montante, uma vez que o Rio Madeira encontrava-se em pleno período de subida de suas águas. Um segundo mínimo de ROL, desta vez em meados de janeiro, parece ter seu reflexo na estação hidrométrica cerca de 15 dias depois. Finalmente, um terceiro mínimo de ROL em 31/01 aparenta ter se refletido em Borba, apenas por volta da primeira semana de março. Essa diferença de tempo de resposta no rio, entre os 2 primeiros mínimos de ROL e o terceiro, pode ser dado em função da proximidade do pico de cheia do Rio Madeira, com uma conseqüente diminuição na intensidade de $DH/DT_{(8)}$.

Finalmente em Óbidos, a ROL de 280 W/m^2 em meados de dezembro de 2008 decaiu para 220 W/m^2 na última semana do ano de 2008 e na terceira semana de janeiro de

2009. Cerca de 15 dias depois deste pulso identifica-se no Rio Amazonas em Óbidos um pulso positivo no sinal de $DH/DT_{(8)}$. Este pulso no gradiente em Óbidos, também pode ser associado ao pulso no gradiente de Borba ocorrido cerca de uma semana antes. Aliás, os pulsos de $DH/DT_{(8)}$ em Borba podem ser reconhecidos em Óbidos, indicando que a cota neste período do ano na região sofre influência significativa dos níveis atingidos pelo Rio Madeira. Assim, uma vez que a anomalia de $DH/DT_{(8)}$ em Borba, no período que vai da segunda quinzena de dezembro de 2008 à terceira semana de janeiro, teve além de uma grande amplitude um grande período de permanência. Este efeito deve ter sido transferido para as cotas em Óbidos, fazendo com que o resultado nesta estação fosse o de uma cheia recorde, bem acima do esperado. Em Manaus, por sua vez, uma forte anomalia em Tabatinga contribuiu para elevar os níveis. No entanto, em função do efeito de amortecimento dado pela translação da onda numa distância longitudinal quase duas vezes maior fez com que a cheia não ultrapassasse significativamente as cotas históricas máximas diárias com tanta antecedência como ocorrido em Óbidos.

Conclusões

Através da análise preliminar dos dados até então disponíveis e processados para a construção do presente artigo o que se pode dizer, até o momento, a respeito do evento anômalo que incidiu sobre a região Amazônica brasileira no ano de 2009 é que:

- Suas causas não ocorreram de forma simultânea na bacia numa escala de tempo mensal. Na escala semanal se pode perceber alguma influência dada a efeitos locais de forte ação convectiva e também de translação da onda de cheia na bacia
- A distribuição espacial do evento pode ser considerada heterogênea, bem como os seus efeitos nos rios, mas apresentam relações entre si com algum tempo de defasagem.
- Outro fato importante a destacar é quanto a uma coincidência entre o evento de cheia natural do Rio Madeira com as respostas locais dos grandes rios em função de fortes precipitações, especialmente em Óbidos, contribuindo significativamente para uma cheia recorde naquela localidade.
- Em Manaus, a resposta às chuvas locais aparentou ser pouco importante em relação à translação da onda de cheia advinda de áreas mais a montante na bacia.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência Nacional de Águas – ANA, na pessoa do Dr. Valdemar Guimarães, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, em Manaus, na pessoa do Dr. Marco Antônio Oliveira e do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, através de sua divisão de meteorologia, pelo apoio fornecido ao presente estudo através de dados e informações fornecidas. Também agradecem o apoio do pessoal da Rede ORE/HYBAM (Peru e Brasil) e da REMETHI (Almir, Helena e Luis) na coleta de dados em campo e divulgação através da internet.

Referências

CHELLIAH M & ARKIN P. 1992. Large-scale interannual variability of monthly outgoing longwave radiation anomalies over the global tropics. *J. Climate*, 5: 371–389.

DUTTON JF, CRIS J POULSEN & JENNI L EVANS. 2000. The effect of global climate change on the regions of tropical convection in CSM1. *Geophys. Res. Lett.*, 27(19): 3049–3052.

FILIZOLA, N. GUYOT, J.L, MOLINIER, M., GUIMARÃES, V., OLIVEIRA, E. DE E FREITAS, M. A. 2002. Caracterização Hidrológica da Bacia Amazônica In: Rivas, A. & Freitas, C.E. de C. *Amazônia uma perspectiva interdisciplinar*. 2002. Ed. EDUA, pp.33-53, Manaus, Brasil.

LAU K-M, WU H-T & BONY S. 1997. The role of large-scale atmospheric circulation in the relationship between tropical convection and sea surface temperature. *J. Climate*, 10: 318–392.

MEADE R.H., RAYOL J.M., CONCEIÇÃO S.C., Natividade J.R.G. 1991. Backwater effects in the Amazon river basin of Brazil. *Environ. Geol. Water Sci.*, 18(2) : 105-114.

MOLINIER, M.; GUYOT, J.L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V. & CHAVES, A. 1993 Hydrologie du bassin de l'Amazone. In: *Grand Bassin Fluviaux*, Paris 22-24, novembre.

SIOLI, H. 1975. Amazon Tributaries and Drainage Basins. In: Hasler, A.D. (ed), *Coupling of Land and Water System*. Springer-Verlag, Berlin, p 199-213.

XIE P & ARKIN A. 1998. Global monthly precipitation estimates from satellite-observed outgoing longwave radiation. *J. Climate*, 11: 137–164.