

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE E REFLETIVIDADE DA ÁGUA NA ÁREA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES E ENTORNO DE MANAUS

Marcio Reis MARINHO¹
Luiz Antonio CANDIDO²

¹Bolsista Iniciação Científica INPA-PIBIC/CNPq;
²Orientador LMC/CDAM/INPA.

INTRODUÇÃO

Os rios e os lagos amazônicos abrangem de forma geral diferentes variações climáticas que alteram o nível de suas águas, sendo que os períodos de cheia e seca, são um dos fatores que afetam a hidrologia da região e os rios Negro e Solimões também sofrem com esses diferentes eventos naturais do clima. A radiação solar é responsável por quase toda a vida na Terra e também por grande parte dos fenômenos climáticos, sendo que ao atingir a superfície terrestre ou aquática a radiação é refletida, espalhada e absorvida (Tomassela e Rossato 2005). O fenômeno do encontro das águas tem uma extensão de 6 km e faz com que as águas escuras do Rio Negro e as águas claras do rio Solimões que possuem densidades, temperaturas e velocidades diferenciadas conseguem percorrer uma longa extensão sem misturar-se, sendo que o rio Negro tem uma velocidade de 20 km/h e uma temperatura de 22 °C enquanto que o rio Solimões apresenta velocidade entre 4 e 6 km/h e uma temperatura de 28 °C, com esse encontro ocorrendo há 10 km de Manaus para formar então após os 6km, o rio Amazonas (Candido e Ribeiro 2007). Os parâmetros da refletividade da superfície com o seu aquecimento diferenciado (temperatura) podem ser utilizados como indicadores da variação da dinâmica do encontro das águas dos rios Negros e Solimões, sendo esses parâmetros analisados através de dados de satélites em resoluções e bandas finas em diferentes épocas do ano. O objetivo do presente trabalho é analisar a variabilidade da refletividade e a temperatura das águas dos rios Negro e Solimões considerando anos de extremos climáticos ocasionando impactos na hidrologia desses rios.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a região de confluência do rio Negro e Solimões onde foram analisados os dados coletados pelos Satélites Terra e Aqua nos últimos 15 anos, por meio do sensor MODIS que captura dados diurnos e noturnos da refletividade e temperatura da superfície aquática do encontro das águas (Figura 1).

O comitê espacial Norte Americano mantém programas de pesquisas espaciais responsáveis na observação da superfície terrestres, oceanos e atmosferas, denominado Earth Observing System (EOS) que é financiado pelo programa da NASA Earth Science Enterprises (ESE), cujo objetivo é determinar as mudanças climáticas na superfície e compreender as alterações que ocorrem constantemente (Anderson *et al.* 2003). O EOS por meio de dois satélites espaciais, o Terra e o Aqua, respectivamente lançados em órbita nos anos de 1999 e 2002 têm a missão de monitorar as mudanças de clima e ambiente no planeta. O satélite Terra monitora a cobertura do solo, a variação do clima, riscos naturais e o ozônio na atmosfera, ele realiza sua passagem na órbita do planeta a cada 16 dias às 10:30 AM. tendo a bordo cinco sensores para medições específicas de refletividade, radiação e imageamento na superfície.

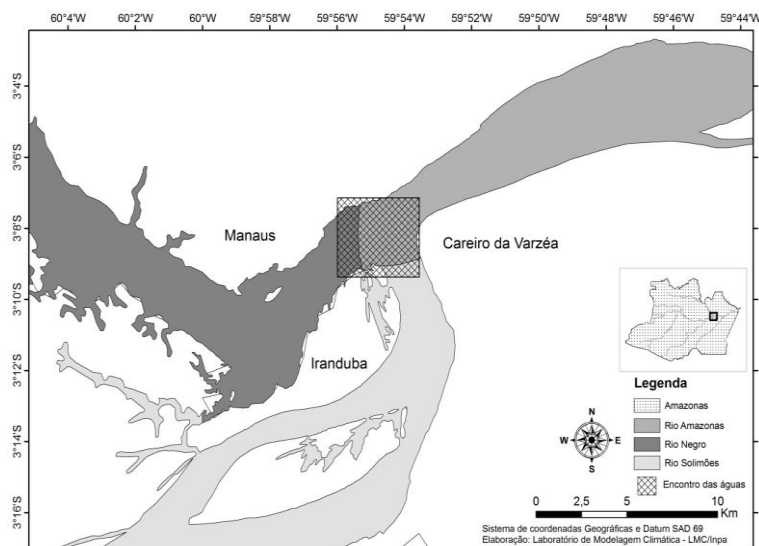


Figura 1. Área de estudo da refletividade do encontro das águas. Fonte: LMC/CDAM/INPA, 2016.

O Satélite Aqua monitora a precipitação, as nuvens, precipitação, neve terrestre, temperatura da superfície do mar e do oceano, o seu período de passagem é de 1 a 2 dias no horário de 1:30 P.M. e a bordo há cinco sensores de medidas da superfície e entre eles podemos destacar o sensor MODIS, presente em ambos os satélites. O sensor MODIS coleta dados referentes aos estudos da atmosfera, oceano e terra, com bandas espectrais e espaciais de resoluções específicas, pois ele possui 36 bandas espectrais que observam as propriedades da superfície terrestre, cores do oceano, temperaturas atmosféricas e superfície, vapor d'água etc (Anderson *et al.* 2003). Cada produto ou imagem gerado pelo sensor MODIS tem sua característica e identificação denominado MOD. São usados neste trabalho, os dados de refletividade dos produtos MOD 09 (refletividade da superfície) e MOD 11 (temperatura da superfície) que tem suas variações espaciais desde o ano de 2003. Os dados obtidos pelo satélite estão em arquivos descritores ou binários que necessitam ser convertidos. Logo o software GrADS é uma importante ferramenta de programação que auxilia na geração de imagens e criação de gráficos que são analisados e estudados para o entendimento dos produtos MODIS. Os dados dos satélites Terra e Aqua estão gratuitamente disponíveis para via internet (<http://daac.ornl.gov/MODIS/modis.shtml>), podendo ser solicitados vários produtos modis e seus modelos de sensoriamento remoto. Usando o software GrADS, foi possível analisar graficamente a dinâmica do encontro das águas dos dois rios a partir da refletividade obtida pelos sensor, no qual houve a seleção de uma seção latitudinal em que a variação da refletividade é analisada fixando-se a longitude da área de confluência dos rios, e variando a longitude e também o tempo. Usando o GrADS foram usadas as coordenadas de 3,13° de latitude sul e 59,91° de longitude oeste traçando uma seção de coordenada transecto (percurso em linha reta de um determinado trecho de grade) onde é o ponto da área estudada que é o encontro das águas. Para o estudo da refletividade de cada rio pelas imagens criadas no GrADS foi dado valores com até 3% de refletividade que são pertencentes as águas escuras do rio Negro, que absorvem mais radiação solar, e os valores acima de 3% a 9% de refletividade são pertencentes ao rio Solimões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados pelo sensor MODIS foram analisados para os anos de 2005, 2009 e 2010 que obtiveram em seus períodos grandes cheias e grandes vazantes na região, considerando os dados de refletividades da confluência das águas dos rios Negro e Solimões.

Em 2005, a refletividade das águas do rio Negro (2% a 3%) predominou entre maio e junho em épocas da cheia e diminuindo seu percurso longitudinal nos meses de julho a agosto (longitudes 3,085° a 3,055° ao Sul), enquanto que o rio Solimões apresentou a refletividade das suas águas (4% a 5%) abrangente nos meses de maio a junho e mantendo o percurso no período de vazante nos meses de julho a agosto com domínio de percurso na época da seca em outubro (longitudes 3,085° a 3,06° ao sul), sendo que o rio Solimões teve maior domínio sobre o rio Negro segundo a variação da refletividade (Figura 2a). No ano de 2009 (Figura 2b), o rio Solimões com refletividade de 4% das suas águas, teve abrangência de maio a junho durante a cheia e de julho a setembro na vazante (longitudes de 3,06° a 3,095° ao sul) e o rio Negro teve menor refletividade de maio a junho e mantendo-se persistente de julho a setembro em relação ao rio Solimões (longitude de 3,05° a 3,09° ao sul). Com isso as águas do rio Negro foram menos influentes sobre as águas do rio Solimões na época de cheia quando comparado ao período da vazante, caracterizando o domínio das águas claras neste período (Figura 2b).

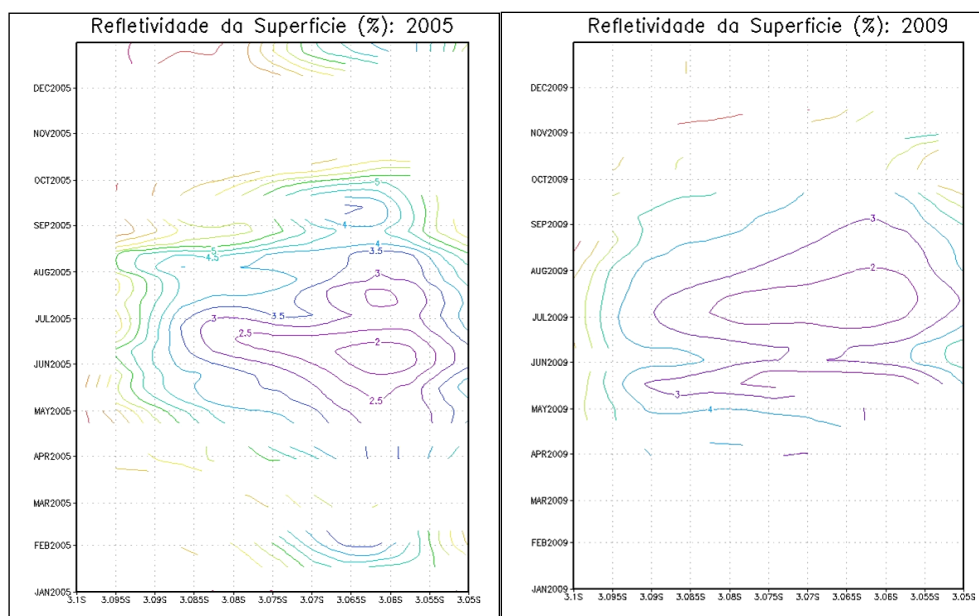


Figura 2. Refletividade do encontro das águas durante os anos de 2005 (a) e 2009(b).

No ano de 2010, a refletividade do rio Negro cresceu no período de cheia nos meses de maio a junho seguido de uma diminuição na vazante de julho a agosto (longitude 3,05° a 3,08° ao sul), enquanto que o rio Solimões manteve sua refletividade dominante no percurso na época de cheia de abril a junho e com persistência na vazante de julho a agosto (longitude 3,065° a 3,09° ao sul) com o rio Solimões sendo mais influente sobre o rio Negro (Figura 3).

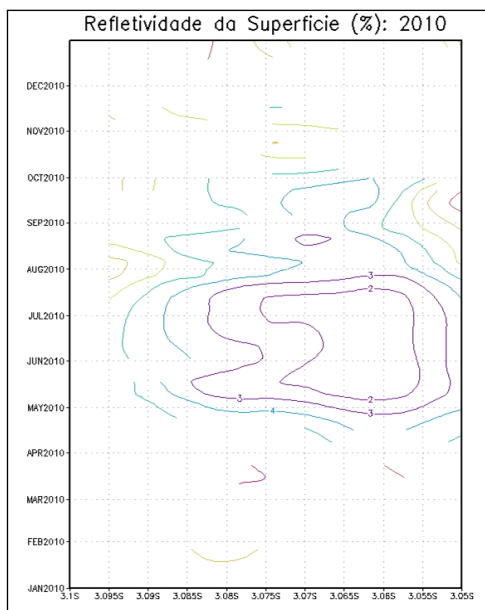


Figura 3. Refletividade do rio Solimões mais persistente e dominante sobre o rio Negro.

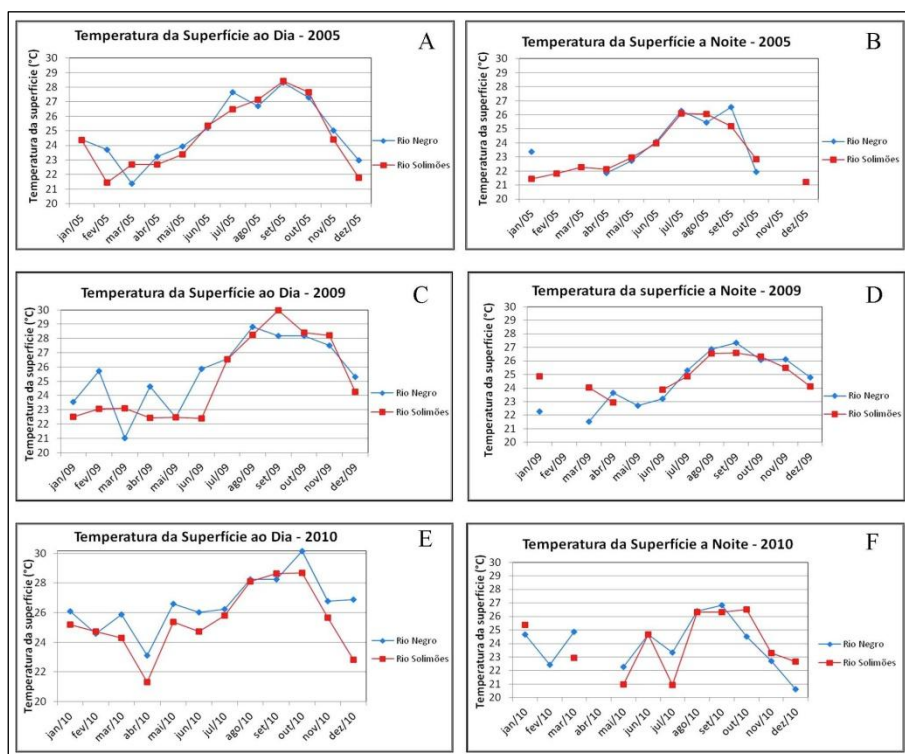


Figura 4. Diferenças de temperatura da superfície das águas do rio Negro e Solimões durante o dia e a noite em 2005, 2009 e 2010.

A análise da temperatura da superfície dos rios foi realizada para os anos de 2005, 2009, 2010 durante o período do dia e da noite. As temperaturas diurnas do rio Negro e Solimões tiveram a mesma variação de temperatura mínima e máxima nos períodos de cheia e de seca e as temperaturas noturnas destacaram o rio Solimões com a temperatura mais alta em relação ao rio Negro em 2005 (Figura 4a e Figura 4b). Em 2009,

As médias das temperaturas de ambos os rios são menores ao dia com o rio Negro sendo mais quente no período de cheia em comparação com o rio Solimões que na época da vazante foi bem superior. As médias noturnas de temperatura do rio Negro foram mais elevadas no referido ano (Figura 4c e Figura 4d). Os dados das temperaturas do ano de 2010 apontam o rio Negro com temperatura maior na cheia em relação ao Solimões e mantendo esse padrão ao longo do ano tornando o rio Negro o mais quente durante o dia, sendo que as médias noturnas também mantiveram o rio Negro com sua temperatura superior nas épocas de cheia e seca (Figura 4e e Figura 4f).

CONCLUSÃO

A pesquisa visou compreender o comportamento da temperatura e refletividade das águas dos rios Negro e Solimões em relação a alteração do nível de suas águas associadas a variabilidade do clima na região amazônica nas épocas de cheia e vazante. Os dados obtidos pelo satélite mostram que alterações climáticas na região não ocorrem de maneira isolada, sendo a radiação solar um dos elementos climáticos que geram uma influência significativa ao longo do percurso dos dois rios afetando a temperatura a refletividade, e esses parâmetros podem ser utilizados como indicadores de variabilidade das características do encontro das águas na região de Manaus.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq por conceder bolsa para o desenvolvimento desta pesquisa, ao programa LBA pela infraestrutura e ao INPA pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Anderson, L.O.; Latorre, M.L.; Shimabukuro, Y.E.; Arai, E.; Júnior, O.A. de C. 2003. *Sensor MODIS: uma abordagem geral*. INPE-10131-RPQ/752, São José dos Campos, São Paulo, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 58p.
- Candido, H.M.; Ribeiro, K.C.C. 2007. A percepção do turista sobre o produto turístico passeio fluvial do encontro das águas. *Revista Eletrônica Aboré*, 3: 1-14.
- Tomassela, J.; Rossato, L. 2005. *Balço de Energia, tópicos em meio ambiente e ciências atmosféricas*. INPE-13135-PRE/8394, São José dos Campos, São Paulo, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 21p.