



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Comportamento hidroclimatológico da bacia hidrográfica do rio Iriri<sup>1</sup>**



*Cleber A. Santos<sup>2</sup>; Edivaldo A. O. Serrão<sup>3</sup>; Layrson J. M. Gonçalves<sup>4</sup>; Ivinny B. Araujo<sup>5</sup>; Aline M. M. Lima<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho modelo apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 23 ago. a 28 ago. 2015

<sup>2</sup> Graduando em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia, UFPA, Belém – PA, Fone: (91)98104-6299, cleber\_ufpa@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Graduando em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia, UFPA, Belém – PA

<sup>4</sup> Mestrando em Meteorologia, Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos – SP

<sup>5</sup> Graduando em Geologia, Faculdade de Geologia, UFPA, Belém – PA

<sup>6</sup> Geóloga, Prof. Dra, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, UFPA, Belém – PA

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi expor o comportamento hidroclimatológico de precipitação pluviométrica, cota e vazão fluviométrica na bacia hidrográfica do rio Iriri. Para a elaboração deste trabalho utilizou-se as médias mensais dos dados fluviométricos de cota (cm) e vazão (m<sup>3</sup>/s) do acervo hidroclimatológico da Agência Nacional de Águas (série histórica de 1976 a 2006) e dados pluviométricos provenientes do GPCC (Global Precipitation Climatology Center), disponibilizados pelo NCEP/NCAR Reanalysis Project at the NOAA/ESRL Physical Sciences Division (série histórica de 1981 a 2010). No tratamento estatístico e elaboração de gráficos da curva de permanência, curva chave e médias simples, foram utilizados os softwares Hidro 1.2 da Agência Nacional de Águas e o Microsoft Excel 2013. O Software ArcMap 10.0 foi utilizado para a interpolação da precipitação pelo método de Krigagem. A região sul da bacia hidrográfica é onde ocorre o máximo acumulado de precipitação durante o ano, onde após o máximo de precipitação, há uma defasagem de três meses para que a cota e vazão máxima ocorram. A regionalização das curvas de permanência de cota e vazão, ajudaram a informar o comportamento dos respectivos valores durante o período analisado (1976 a 2006), onde Q<sub>95</sub> apresentou o valor de 133 m<sup>3</sup>/s e C<sub>95</sub> apresentou o valor de 308 cm. O valor encontrado na curva chave mostrou ótimo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>=0,997). Conhecer o comportamento hidroclimatológico de uma bacia hidrográfica é de suma importância para poder subsidiar a tomada de decisões futuras principalmente no que se refere ao uso múltiplo das águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** climatologia, distribuição da precipitação, fluviométrica

### **Hydro-climatological behavior of the river Iriri watershed**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to expose the hydro-climatological behavior of rainfall, quota and fluviometric flow in the river Iriri watershed. To prepare this work, were used the monthly averages fluviometric data of quota (cm) and flow (m<sup>3</sup>/s), from hydro-climatological collection of National Water Agency (time series of 1976 at 2006), and rainfall data from the GPCC (Global Precipitation Climatology Centre), provided by NCEP/NCAR Reanalysis Project at the NOAA/ESRL Physical Sciences Division (time series of 1981 at 2010). In the statistical processing and graphing of the curve of permanency, key curve and simple averages, were used the softwares Hydro 1.2 from the National Water Agency and Microsoft Excel 2013. The software ArcMap 10.0 was used for interpolation of precipitation by kriging method. The southern part of the watershed is where occur the maximum accumulated of rainfall during the year, where after the maximum rainfall, there is a lag of three months for the quota and maximum flow occur. The regionalization of the permanency curves of quota and flow, helped to inform the behavior of their values during the period analyzed (1976 to 2006), where Q<sub>95</sub> showed value of 133 m<sup>3</sup>/s and C<sub>95</sub> showed value of 308 cm. The value found in the key curve showed great determination coefficient (R<sup>2</sup> = 0,997). Meet the hydro-climatological behavior of a watershed is very important, in order to support the making future decisions, mainly with regard to the multiple uses of water.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



**KEY WORDS:** Climatology, rainfall distribution, fluvimetric

## INTRODUÇÃO

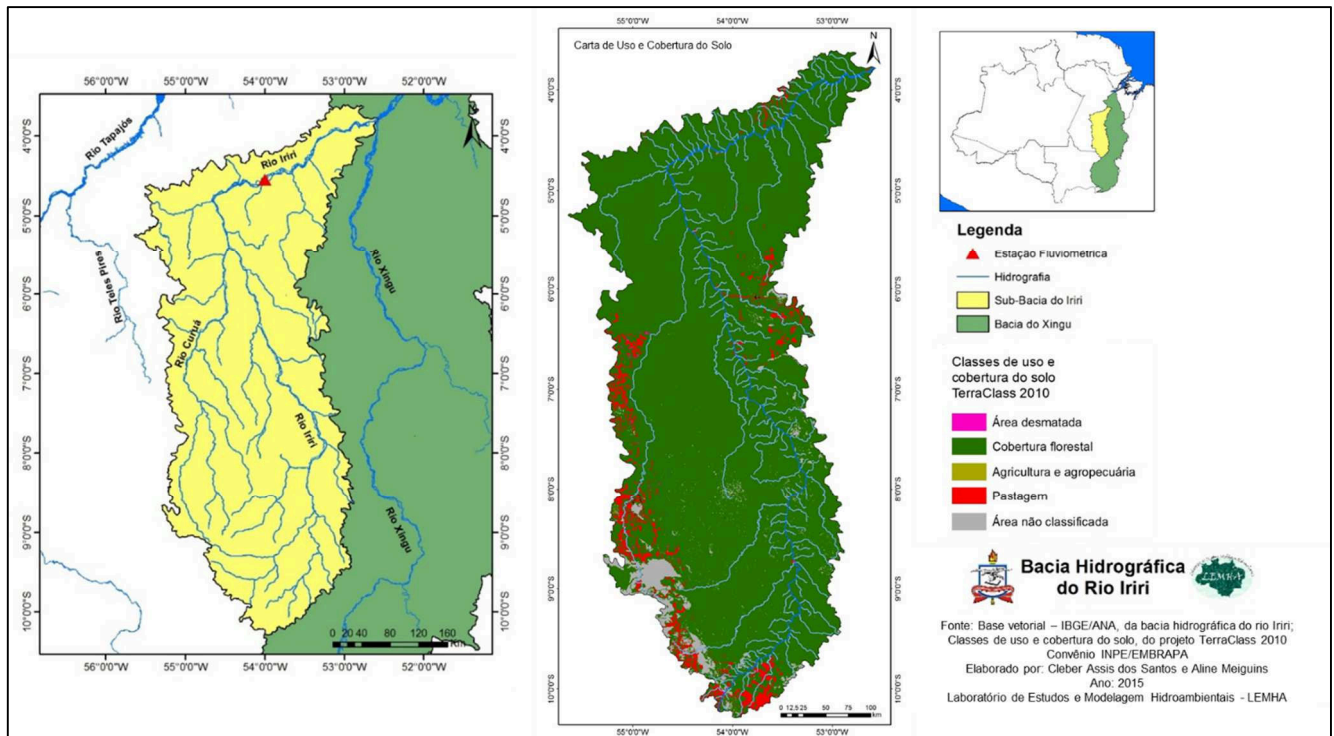
O Rio Iriri é o maior afluente do rio Xingu, estando inserido no município de Altamira (Pa); de sua nascente na Serra do Cachimbo, até onde deságua, na margem esquerda do Rio Xingu, o rio possui 900 km de extensão e sua largura chega a 2 km, sua navegação é possível em pequenas embarcações, mas possui trechos de pequenas corredeiras, o que dificulta a navegação (PENTEADO et al., 2010). A realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas vem da necessidade de se compreender os processos que controlam o movimento da água e os impactos de mudanças do uso da terra sobre a quantidade e qualidade da água (WHITEHEAD; ROBINSON, 1993). Para Cupolillo (2008), o diagnóstico hidroclimatológico de uma bacia constitui uma referência para o planejamento de recursos hídricos, minimizando os efeitos de eventuais riscos climáticos durante as estações chuvosa e seca.

A sazonalidade dos rios, alternando entre períodos de águas altas (cheias) e águas baixas (secas) produz espacialidades distintas no cenário amazônico. A constante circulação de pessoas e bens pelos rios é afetada diretamente por essa sazonalidade, presumindo assim, que as populações que habitam as margens dos rios e que deles dependem para a execução de suas atividades diárias, busquem adaptar-se a estas mudanças (SAMPAIO et al., 2012).

Compreender a resposta de um rio a uma determinada precipitação é um elemento importante para estudos de previsão e de oferta hídrica, para Bertoni e Tucci (2001), a disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação e o abastecimento de água doméstico e industrial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Iriri, na margem esquerda rio Xingu, tem como seu principal afluente é o rio Curuá em sua margem esquerda; drena uma área de aproximadamente 130 mil km<sup>2</sup> dividida entre os estados do Pará e Mato Grosso (Figura 1). Para a elaboração deste trabalho utilizou-se as médias mensais dos dados fluviométricos de cota (cm) e vazão (m<sup>3</sup>/s) do acervo hidroclimatológico da Agência Nacional de Águas (série histórica de 1976 a 2006) da estação fluviométrica de Pedra do Ó (estação representativa da foz do rio Iriri), e dados pluviométricos provenientes do GPCC (Global Precipitation Climatology Center), disponibilizados pelo NCEP/NCAR Reanalysis Project at the NOAA/ESRL Physical Sciences Division (série histórica de 1981 a 2010).



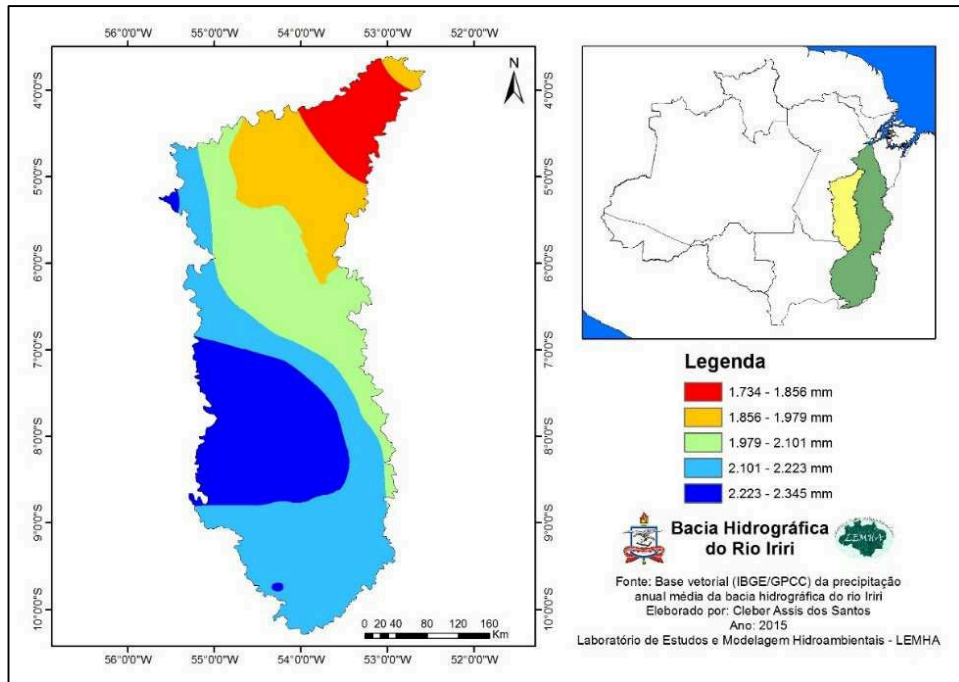
**Figura 1.** Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Iriri e Carta de Uso e Cobertura do Solo.

Essa fonte de dados (no Brasil) tem origem de pluviômetros da Agência Nacional de Águas (ANA), INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com o total de aproximadamente 50.026 estações de coleta de dados ao redor do mundo (GOMES, 2008). Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos a partir dos mapeamento realizado para o ano de 2010 pelo projeto TerraClass, elaborado pelo INPE e EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

No tratamento estatístico e elaboração de gráficos da curva de permanência, curva chave e médias simples, foram utilizados os softwares Hidro 1.2 da ANA e o Microsoft Excel 2013. Para a elaboração dos mapas de localização geográfica, e da distribuição da precipitação pluviométrica dentro da bacia hidrográfica do rio Iriri, foi empregando o Software ArcMap 10.0, utilizando a interpolação pelo método de Krigagem, este método, segundo Mello et al. (2003) proporciona menores erros de interpolação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

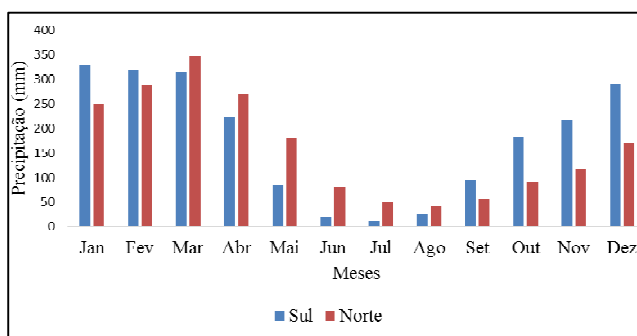
A Figura 2, mostra a distribuição precipitação pluviométrica acumulada no período de 1981 a 2010 da bacia hidrográfica do rio Iriri. Observa-se que a região da montante da bacia hidrográfica é onde ocorrem os maiores valores de precipitação acumulada durante o ano. Já na região próximo à foz da bacia é onde os valores acumulados de precipitação são menores.



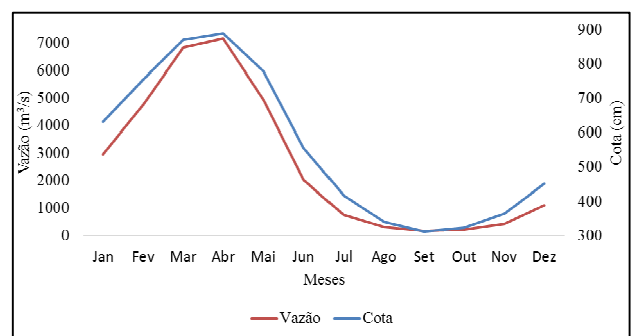
**Figura 2.** Acumulado da distribuição da precipitação sobre a bacia hidrográfica do rio Iriri.

Essa variação ocorre principalmente pela atuação de sistemas meteorológicos precipitantes de meso escala e escala sinótica que atuam principalmente durante o final da Primavera até o início do Outono no Hemisfério Sul. Ao norte da bacia, existe a influência da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), na região sul da bacia do rio Iriri, existem a de sistemas como a ZCOU (Zona de Convergência de Umidade), a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) que provocam grandes acumulados de precipitação na região.

A bacia hidrográfica do rio Iriri, apresenta diferentes períodos de máxima e mínima precipitação pluviométrica durante o ano. Na Figura 3a verifica-se que a variabilidade da precipitação pluviométrica da região norte (a jusante, entre as latitudes 03°15'00" e 05°15'00" sul) e sul (a montante, entre as latitudes 05°15'00" e 10°45'00" sul) da bacia hidrográfica do rio Iriri. Na região sul, o máximo de precipitação ocorre no mês de janeiro (329 mm) e o mínimo ocorre no mês de julho (12 mm) com acumulado climatológico de 2116 mm durante o ano. Na região norte, a precipitação máxima ocorre no mês de março (347 mm) e a precipitação mínima ocorre no mês de agosto (42 mm) com acumulado climatológico de 1940 mm durante o ano.



(a)



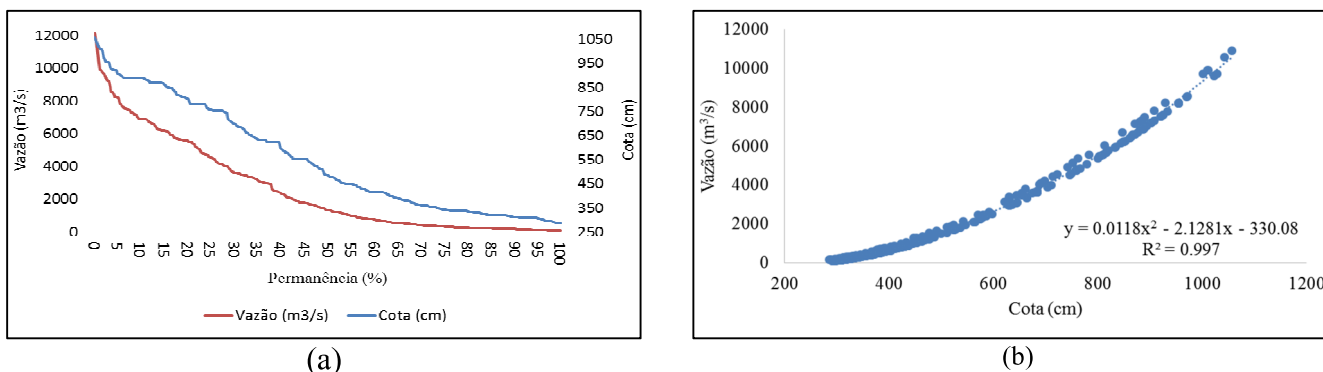
(b)

**Figura 3.** (a) Variabilidade da precipitação na região norte e sul da bacia hidrográfica do rio Iriri. (b) Valores máximos e mínimos de cota e vazão na estação fluviométrica de Pedra do Ó.



A Figura 3b apresenta os dados de cota e vazão da estação fluviométrica de Pedra do Ó. Os dados mostram que os valores máximos de cota (888 cm) e vazão (7176 m<sup>3</sup>/s), ocorrem no mês de abril, três meses após o máximo de precipitação ao sul da bacia e um mês depois do máximo de precipitação que ocorre ao norte da bacia. Já os valores mínimos de cota (311 cm) e vazão (174 m<sup>3</sup>/s) ocorrem no mês de setembro, dois meses após o mínimo de precipitação na região sul da bacia e um mês após a precipitação mínima ao norte da bacia hidrográfica.

A curva de permanência de cota e vazão mostra a frequência com que esses valores ocorrem no período de observações (1976 a 2006). Geralmente para a outorga de uso múltiplos das águas e na caracterização da disponibilidade hídrica, se utiliza a permanência de 95% (SILVA et al., 2011). Observou-se (Figura 4a) que os valores de vazão (Q<sub>95</sub>) e cota (C<sub>95</sub>), permaneceram 95% do tempo, acima de 133 m<sup>3</sup>/s e 308 cm respectivamente. Já a vazão e cota média (permanência de 50%), foram de 1337 m<sup>3</sup>/s e 485 cm respectivamente. A Figura 4b apresenta a curva chave obtida através de uma relação polinomial entre os dados de cota e vazão média mensal, com alto coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>=0,997).



**Figura 4.** (a) Curva de permanência de cota e vazão na estação fluviométrica de Pedra do Ó. (b) Curva-chave na estação fluviométrica de Pedra do Ó.

A associação entre a precipitação x vazão x classes de uso e cobertura do solo demonstra que a bacia do rio Iriri tem uma situação favorável de conservação em quase a totalidade de seu território, essencial para a manutenção dos seus sistemas de recarga, que são mais favorecidos a montante que a jusante, pela precipitação. O processo de ocupação do território pela agropecuária é observado a sul-sudoeste da bacia, no limite com o estado do Mato Grosso, associado a expansão da fronteira agrícola na Amazônia (SOUZA et al., 2009; FASIABEN et al., 2009).

A manutenção das condições hidrológicas da bacia do rio Iriri demonstra ter uma forte dependência da preservação destas áreas verdes, que são em parte protegidas pela existência de terras indígenas e unidades de conservação, porém sua proximidade com o eixo da BR 163 que interliga Cuiabá-Santarém (FERREIRA et al., 2005) representa um fator de pressão que deve ser observado para evitar a perda do potencial de recarga dos mananciais superficiais e subterrâneos pela alteração das formas de cobertura do solo e intensificação de práticas, sem ações de manejo, de uso da terra.

## CONCLUSÕES

A região sul da bacia hidrográfica do rio Iriri é onde ocorre o máximo acumulado de precipitação durante o ano; após o máximo de precipitação, há uma defasagem de três meses para que a cota e vazão máxima ocorram na estação fluviométrica de Pedra do Ó. A defasagem também ocorre na estação seca,



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

já que dois meses após o mínimo de precipitação, ocorrem os valores mínimos de cota e vazão. A regionalização das curvas de permanência de cota e vazão, ajudaram a informar o comportamento dos respectivos valores durante o período analisado (1976 a 2006), onde  $Q_{95}$  apresentou o valor de 133 m<sup>3</sup>/s e  $C_{95}$  apresentou o valor de 308 cm.

A relação entre as variáveis hidrometeorológicas e de uso e cobertura do solo demonstrou que a bacia apresenta a maior parte de seu território preservada, porém com uma vulnerabilidade natural, dada a grande variabilidade entre os períodos chuvoso e menos chuvoso, assim como a montante e a jusante da bacia, o que demanda por ações de controle e monitoramento do desmatamento na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Editora da UFRGS, Porto Alegre: ABRH, 2001, p.177-241.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico hidroclimatológico da bacia do rio Doce**. 2008. 156 p. Tese (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

FASIABEN, M. C. R.; ANDRADE, D. C.; REYDON, B. P.; GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Estimativa de aporte de recursos para um sistema de Pagamento por Serviços Ambientais na floresta Amazônica Brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 223-239, 2009.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

GOMES, N. V. **Estudo comparativo da distribuição espaço-temporal da precipitação na Amazônia Oriental**. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2008.

MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S. Krigagem e Inverso do Quadrado da Distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 925-933, 2003.

PENTEADO, D. G. B.; CAMPOS, P. G.; CASTRO, D. M. P. (Coord.). **Plano de Manejo da Reserva Extrativista do Rio Iriri**. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Altamira, 2010.

SAMPAIO, F. P. R.; AGUIAR, D. G.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SCHOR, T. Níveis fluviométricos e o custo de vida em cidades ribeirinhas da Amazônia: O caso de Manacapuru e Óbidos. In: **Symposium SELPER 2012 Earth Observation for a Green Co-developed World**, Caiena, 2012.

SILVA, J. F. R.; FARIAS, J. A. M.; COELHO, L. S. Regionalização de vazões ( $Q_{95\%}$ ) no estado do Maranhão. In: **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2011, Maceió/L. XIX Simpósio de Recursos Hídricos, 2011.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

SOUZA, P. J. O. P.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E. J. P.; LOUREIRO, R. S.; BISPO, C. J. C.; SOUSA, A. M. L. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 65-73, 2010.

WHITEHEAD, P. G.; ROBINSON, M. Experimental basin studies: an international and historic perspective of forest impacts. **Journal de Hydrology**, v. 145, p. 217-230, 1993.