



Avaliação de modelos de previsão de mudanças climáticas para apoio a modelagem hidrossedimentológica via modelo SWAT aplicado à sub-bacia do Rio Siriri, em Sergipe

Ricardo de Aragão^{1}; Marcus Aurélio Soares Cruz²; Julio Roberto Araujo de Amorim³; Luciana C. Mendonça⁴; Silmara M. Pantaleão⁴; Eduardo E. de Figueiredo⁵; Vajapeyam S. Srinivasan⁶;*

Resumo - A expansão das atividades humanas nas bacias hidrográficas tem causado mudanças profundas nesses ecossistemas, não só de ordem visual, como também na qualidade/quantidade dos recursos hídricos e no comportamento do clima, mediante a emissão de gases do efeito estufa. Estas mudanças impactam diretamente o regime de precipitação/temperatura e, por consequência o regime hidrológico. Estas mudanças climáticas estão sendo estudadas através do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que utilizam modelos de circulação atmosférica global (MCG) para simular, através de cenários, o clima do passado e do futuro (precipitação e temperatura) considerando o comportamento da população. Neste sentido, dados de precipitação e vazão observadas na sub-bacia do rio Siriri (Sergipe), bem como dados de precipitação e temperatura de nove MCG, ambos no período 1983-2000, foram utilizados para a seleção, via análise estatística, do MCG que melhor representa estes dados observados. Em paralelo, também foi realizada uma simulação hidrológica via modelo SWAT nesta bacia e como resultado dos dois procedimentos constatou-se que o modelo mais adequado para a bacia em estudo é o MPI ECHAM5 do instituto Max-Plank de Meteorologia, identificado aqui como MC8.

Palavras-chave - mudanças climáticas, modelagem hidrológica, modelo SWAT, bacia do rio Siriri.

Evaluation of Climate changing forecast models to support hydrossedimentologic simulations in the Siriri River Basin, Sergipe State, with the model SWAT

Summary - The expansion of human activities over watersheds have caused deep changes in ecosystems in terms of quality, quantity of water resources and climate regime due to the greenhouse gas emission effects. Such changes impact rainfall and temperature regime of a basin and consequently the hydrological cycle. This climate change has been studied by the intergovernmental panel on climate change (IPCC) that used atmospheric general circulation models (GCM) to simulate sceneries of the past and future global climate (precipitation and temperature) based on the population behavior regarding greenhouse gas emissions. In this paper, precipitation and temperature data from Siriri river sub-basin in Sergipe State-Brazil, from 1983-2000 period was used to compare statistically with simulated data from nine GCM models to identify the most suitable GCM model to represent the climate change over this basin. Concomitantly, the same data were used to simulate via SWAT model the hydrological processes in the same basin. The findings showed that the model most suitable for this sub-basin is the MPI ECHAM5 from the Max-Plank Institute for Meteorology identified herein as MC8.

Keywords - climate change, hydrological modeling, SWAT model, Siriri river basin.

¹ Professor, UFPB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Areia, Paraíba, CEP- 58397-000, ricardoaragao@yahoo.com ([apresentador do trabalho](#));

² Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, marcus.cruz@embrapa.br;

³ Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, julio.amorim@embrapa.br;

⁴ Professor, UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, e-mail: lumendon@uol.com.br, spleao@yahoo.com.br

⁵ Professor, UFCG-PB, C.Postal 505 CEP: 58.100-970, C. Grande – PB. Fone (83) 3310-1156. e-mail: eneasef@yahoo.com;

⁶ Professor Visitante, UFCG-PB, C.Postal 505 CEP: 58.100-970, C. Grande – PB. Fone (83) 3310-1156. e-mail: vajapeyam@yahoo.com;



INTRODUÇÃO

O gerenciamento de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica tem como base o conhecimento de dados hidroclimatológicos, de uso e ocupação do solo, do tipo de solo provenientes da bacia sob análise, dentre outros. Neste sentido, a coleta de dados cumpre um papel muito importante, no manejo das bacias hidrográficas.

A expansão das atividades humanas nas bacias hidrográficas tem causado mudanças profundas nesses ecossistemas, não só de ordem visual, como também no que se refere à qualidade dos recursos hídricos. Os impactos vão desde a morte de nascentes e assoreamento ao despejo de defensivos agrícolas e fertilizantes (Bollmann et al., 2006), que contaminam e poluem os corpos hídricos, uma vez que são carregados junto com a chuva e o escoamento superficial para estes.

Além das mudanças citadas, as atividades humanas também estão influenciando o comportamento do clima mediante a emissão de gases do efeito estufa, que contribuem para o aumento de temperatura, em algumas regiões, e a diminuição, em outras. Como principal consequência, tem-se a mudança nos regimes de chuva, principalmente a diminuição do total precipitado, o aumento da intensidade e a concentração desse total em um curto período de tempo. Se essas anomalias não forem consideradas no planejamento do uso dos recursos hídricos, crises hídricas ou enchentes poderão ser esperadas. Dada a sua importância, as mudanças climáticas estão sendo estudadas por pesquisadores em várias partes do mundo no sentido de identificar as possíveis tendências futuras nos regimes de temperatura que, por sua vez, influenciam os regimes chuvosos e a qualidade de vida da população, visto que impactam a agricultura, a pecuária e o consumo.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) é uma entidade formada por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento (Stocker et al., 2013; IPCC, 2014), interessados em avaliar tendência de mudanças no clima em décadas passadas (1960-2000) e num tempo futuro (2010-2100) e o reflexo dessas mudanças sobre a precipitação e a temperatura em nível global, quando sujeitos a diferentes comportamentos da população no que diz respeito à emissão de gases do efeito estufa, também denominados de cenários. Estes são classificados em cenário de baixas emissões RCP6.0 (B2) (ou cenário otimista) e cenário de altas emissões – RCP8.5 (A2) (ou cenário pessimista), como também os subcenários intermediários a esses citados. O IPCC aponta para um aumento na frequência e na intensidade dos eventos extremos de cheias, assim como para períodos de estiagens e secas. Os impactos desse comportamento climático vão desde inundações no meio urbano à queda na produtividade agrícola e escassez de recursos hídricos. Esse cenários são gerados a partir de modelos de circulação global da atmosfera (GCM) que simulam o clima no passado e também para o futuro considerando os condicionantes acima citados (Thrasher et al., 2012; Girvetz et al., 2013).

Entre as ferramentas disponíveis para testar o efeito desses cenários e seus variantes sobre uma bacia hidrográfica, bem como as tendências climáticas apontadas pelo IPCC, tem-se os modelos hidrossedimentológicos e de base física, que simulam o comportamento do ciclo hidrossedimentológico de uma bacia apontando as regiões mais propensas a enchentes, secas ou perda de solo por erosão quando sujeitas a uma dada entrada de temperatura e precipitação.

Para uso desses modelos em bacias de média e pequena grandeza é imprescindível a disponibilidade de dados de precipitação e temperatura em escala diária, nem sempre disponíveis para uma dada região. A disponibilidade de séries longas de registros permite verificar quais são as tendências esperadas em termos hidroclimatológicos e sedimentológicos, como também qual modelo de circulação global adequa-se melhor aos dados de precipitação e temperatura em um passado conhecido e, a partir dessa identificação, utilizá-lo para simular os cenários futuros.

A seleção de um modelo de circulação global (MCG) mais adequado para simular os cenários futuros de precipitação e temperatura com base nos dados pretéritos foi efetuada tomando-se como



base a sub-bacia do Rio Siriri, principal tributário pela margem direita do Rio Japarutuba, em Sergipe. A bacia do Rio Japarutuba é uma das principais bacias no Estado; e, nela, diversas atividades humanas são desenvolvidas, tais como: exploração mineral, criação de gado, agricultura etc. Da bacia do rio Japarutuba, a sub-bacia do Rio Siriri é uma das mais impactadas, visto que diversas plantas industriais estão ali instaladas, bem como a terra é exigida ao limite possível, chegando ao ponto de restar pouco menos de 6% da sua cobertura nativa e muito menos da sua mata ciliar. Nesta sub-bacia, assim como no seu entorno, dispõe-se de estações pluviométricas, duas estações climatológicas e duas estações fluviométricas, como também de dados de solo, uso e ocupação, o que a torna propícia para a avaliação do modelo hidrossedimentológico e de base física SWAT, além dos dados dos cenários do IPCC gerados a partir dos modelos de circulação global.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Japarutuba é uma das seis bacias que compõe o Estado de Sergipe e, a única completamente sergipana. Tem suas nascentes na Serra da Boa Vista, entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso e deságua no oceano Atlântico, no município de Pirambu. O Rio Siriri é o principal afluente do Rio Japarutuba pela margem direita e sua sub-bacia hidrográfica está localizada entre as coordenadas geográficas 37° 12' 52" O, 10° 24' 20" S e 36° 54' 22" O, 10° 45' 44" S, com cerca de 429 km², (Figura 1) (Aragão et al., 2014).

A sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri tem apresentado sinais de queda de sua qualidade ambiental, principalmente relacionados aos impactos sobre os recursos hídricos, como alterações de regime hidrológico e da qualidade das águas. Essas mudanças podem ser reflexo das atividades agrícolas e de extração mineral presentes na área da sub-bacia (Aragão et al., 2014). Nove municípios a compõem: Divina Pastora, Maruim, General Maynard, Santo Amaro das Brotas, Carmópolis, Pirambu, Nossa Senhora das Dores, Siriri e Rosário do Catete, sendo Nossa Senhora das Dores, Siriri e Rosário do Catete os maiores centros urbanos (Figura 1).

A precipitação média anual sobre a bacia é de 1.200 mm e o período chuvoso ocorre entre os meses de maio e agosto (Cruz et al., 2012). O clima varia de subúmido a úmido, na região da foz do Rio Japarutuba, subúmido a seco, na região do médio Japarutuba, e semiárido, na região do alto Japarutuba. A bacia encontra-se totalmente inserida na região do Agreste Sergipano (Aragão e Almeida, 2009). Os solos predominantes são os Argissolos, com ocorrência de Latossolos, Vertissolos e Gleissolos. O uso do solo é caracterizado pela existência de áreas urbanas e rurais, polos industriais e intensa exploração de petróleo e de potássio, bem como a plantação de cana-de-açúcar, milho e a criação de gado (Cruz et al., 2012; Aragão et al., 2014).

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas as seguintes informações: dados de precipitação diária do período 1983–2000, observados em dois postos pluviométricos – Capela (cod. ANA - 01037078) e Santa Rosa de Lima (cod. ANA - 1037049); dados climatológicos da estação Faz. Pirangi (cod. ANA - 01037078), ANA (2015); dados de vazão diária da estação Rosário do Catete (cod. 50047000, ~308 km²); modelo digital de terreno SRTM com resolução espacial de 30 m; mapa de solo e dados dos solos da bacia provenientes do Levantamento Exploratório de Solos do Estado de Sergipe (EMBRAPA, 1999); mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 1987 que será utilizado na modelagem hidrológica (Figura 2A).

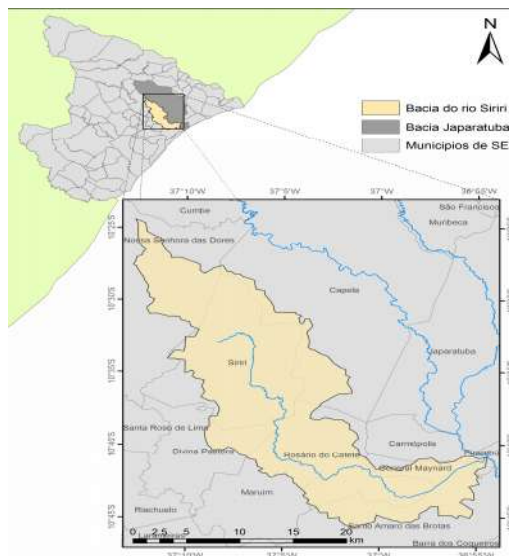


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Siriri no Estado de Sergipe (Fonte: Cruz et al., 2012).

Com relação aos dados de precipitação e temperatura gerados pelos modelos de circulação global (**MCG**), foram utilizados os provenientes do período 1961–2000, gerados pelos seguintes modelos: CCCMA CGCM3.1 (**MC1**), CNRM-CM3 (**MC2**), GFDL CM2.0 (**MC3**), GFDL CM2.1 (**MC4**), IPSLCM4 (**MC5**), MIROC3.2 (**MC6**), MIUB ECHO-G (**MC7**), MPI ECHAM5 (**MC8**), MRI CGCM2.3.2 (**MC9**). Mais detalhes a respeito desses modelos poderão ser acessados em Girvetz et al. (2013), WORLD BANK (2015). As siglas relacionadas a cada modelo serão utilizadas para identificá-los durante a análise dos resultados obtidos.

Os dados gerados pelos modelos foram previamente redefinidos de uma escala global para uma escala regional e, em seguida, sofreram uma correção de viés (bias correction-spatial disaggregation (BCSD) (Thrasher et al., 2012; Girvetz et al., 2013), para nível diário, tomando-se como base dados de estações localizadas nas proximidades da bacia e disponíveis no Centro Nacional para Previsão do Meio Ambiente (Saha et al., 2010). Para a região em estudo, os dados dos MCG estão disponíveis nas localizações indicadas na Figura 2B. Maiores detalhes sobre os dados poderão ser obtidos em Girvetz et al. (2013), WORLD BANK (2015).

A primeira fase da análise consistiu em comparar os dados em escalas diária, mensal e anual obtidos a partir dos MCG anteriormente citados com aqueles das estações Capela e Santa Rosa de Lima. Além disso, considerando-se as incertezas nos processos de reescala dos dados globais e de acoplamento dos modelos de previsão climáticas, é de se esperar que não exista uma correspondência direta ano a ano ou dia a dia entre os dados simulados e os observados. Nesse caso, procurou-se uma melhor correlação entre estes via média, desvio padrão, coeficiente de variação, e coeficiente de correlação. Em uma segunda fase, os dados de precipitação observados e também gerados pelos modelos de circulação global (MCG) foram utilizados para a simulação de vazão no período 1983–2000, sendo considerado para este período o mapa de uso de solo do ano de 1987 (Figura 2A). Novamente, as estatísticas acima citadas foram calculadas para finalmente auxiliar na decisão de qual dos nove MCG seria mais adequado para fornecer os dados dos cenários de mudanças climáticas no período 2046–2100.

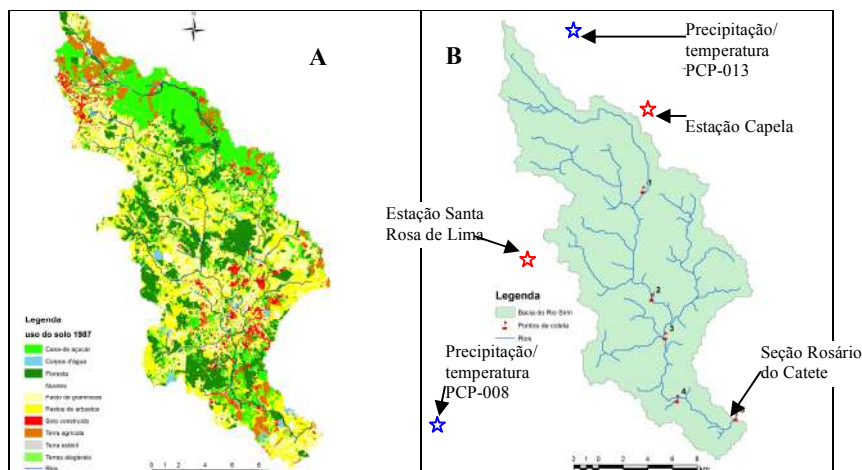


Figura 2 - Uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Siriri para o ano de 1987 (A); localização de estação pluviométrica (Capela e Santa Rosa de Lima), Fluviométrica (Rosário do Catete) e de dados de precipitação/temperatura (PCP-008; PCP-013) fornecidas pelos modelos de circulação global (MCG) (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1, 2 e 3, apresentam-se os valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação e coeficiente de correlação para os dados de precipitação diária, mensal e anual. Esses índices foram calculados tanto com base na média aritmética entre os dados históricos dos postos Capela e Santa Rosa de Lima como nos advindos dos modelos de circulação global (MCG), tendo por base o período 1983–2000.

Com relação aos dados diários de precipitação, observa-se, na Tabela 1, que existe uma heterogeneidade considerável entre os dados observados e os gerados pelos MCG, como também entre si, fato este constatado pelo coeficiente de variação $CV > 1$. Nota-se ainda que, em termos de média, as relacionadas aos MCG estiveram sempre acima daquela obtida com os dados observados, o que leva a crer que os valores diários foram, em média, maiores para os MCG do que os observados, fato também constatado via assimetria, que foi positiva para todos os casos. Por sua vez, o coeficiente de variação manteve-se num mesmo patamar para todos os MCG, porém bem abaixo do que foi obtido com os dados observados, denotando uma maior homogeneidade na série gerada com relação à observada. O coeficiente de correlação entre os dados dos modelos e os valores observados situou-se bem abaixo da unidade, indicando pouca ou nenhuma correlação ou tendência entre estes. Assim, para o caso de chuva diária, nenhuma das estatísticas foi forte o suficiente para dar suporte à seleção do MCG que melhor represente o comportamento da chuva observada.

No que diz respeito aos dados observados mensais de precipitação (Tabela 2), o comportamento da média e da assimetria seguiram o mesmo comportamento dos dados diários. Entretanto, o coeficiente de variação ficou abaixo da unidade, revelando uma maior homogeneidade na série. Este comportamento pode ser explicado considerando-se que os dados mensais são gerados a partir da aglutinação dos dados diários e esse processo suaviza bastante as variações e torna a série mais homogênea. Para esta situação, o coeficiente de correlação atingiu valores bem mais próximos da unidade, sendo os maiores valores registrados para os modelos MC2 (0,956), MC6 (0,864) e MC8 (0,971) o que pode ser considerado bastante satisfatório e um indicativo de que os dados dos modelos seguiram a tendência dos dados observados.

Para os dados de precipitação média anual (Tabela 3), estes seguiram a mesma tendência de média e de desvio padrão registradas para os dados de precipitação diária e mensal. Contudo, a assimetria variou entre negativa e positiva para os dados gerados pelos MCG e foi positiva para os



dados observados. No tocante ao CV, seu valor foi bem abaixo da unidade tanto para os dados observados como os gerados pelos MCG. Por fim, em se tratando de coeficiente de correlação, este se mostrou bastante heterogêneo entre os modelos, variando inclusive de positivo a negativo. Porém, o único modelo cujos dados demonstraram um coeficiente de correlação positivo e próximo da unidade foi o modelo MC8 (0,445).

Era de se esperar que, para dados diários, a correlação não fosse muito expressiva, visto que, dadas as incertezas inerentes na precipitação, a simulação desse processo dificilmente levaria a valores próximos e com a mesma tendência do observado. Entretanto, é importante a utilização destes dados, pois geralmente os eventos extremos ocorrem em escala diária e muitas simulações chuvas-vazão utilizam esta escala temporal. Todavia, considerando-se o exposto, a análise dos dados mensais e anuais de precipitação serviu como um balizador para a escolha do MCG8 como o mais adequado para a região em análise.

Na segunda fase do processo de análise e seleção, os dados de precipitação observada, bem como os dados dos MCG, foram empregados para a simulação hidrológica na bacia do Rio Siriri por meio da aplicação do modelo SWAT. Os resultados desse procedimento estão listados na Tabela 4, onde se observa que, para todos os MCG, os dados de vazão simulada foram bem mais altos do que a vazão média observada. Comportamento semelhante é observado a partir da aplicação dos dados dos postos Capela e Santa Rosa de Lima. Uma vez que os dados diários foram mais altos do que os observados, era de se esperar que este mesmo comportamento fosse refletido na simulação que toma por base os dados diários de precipitação para simular a vazão diária. Para este caso, a assimetria, em geral, foi positiva indicando excesso de valores altos. Contudo, o coeficiente de variação foi próximo da unidade, dando uma ideia da homogeneidade da amostra. Por sua vez, as vazões simuladas com os dados dos MCG apresentaram coeficiente de correlação positivo para a maioria dos modelos; porém, somente para o modelo MC8, o valor foi mais próximo da unidade. Logo, entre os modelos sob análise, os dados do MC8 foram os únicos que seguiram a tendência dos dados observados tanto para dados de precipitação como de vazão.

CONCLUSÕES

1. A avaliação dos dados diários dos modelos de circulação global não forneceram subsídios para a escolha do modelo mais adequado à região em análise. As estatísticas utilizadas mostraram uma grande heterogeneidade nos dados diários, tanto observados como produzido pelos MCG, sendo que para a maioria destes os valores foram bem maiores que os observados;
2. Maiores valores para o coeficiente de correlação entre os dados dos MCG e os observados foram obtidos quando a precipitação média mensal e anual foram empregadas, atingindo o patamar de $R = 0,97$. Os dados de vazão simulada baseada nos dados de precipitação/temperatura dos MCG seguiram a mesma tendência dos dados observados, principalmente para o modelo MC8;
3. Aplicando-se análise estatística aos dados de precipitação ou aos dados de vazão modelada, entre os modelos analisados, o que obteve os melhores resultados foi o MC8 (MPI ECHAM5).



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília - DF

Tabela 1 - Análise estatística exploratória dos dados de precipitação diária considerando dados observados e os gerados pelos MCG na sub-bacia do rio Siriri/SE.

	Capela + Sta. Rosa Lima	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9
	P(mm) Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário	Diário
Media (mm)	3,593	4,846	4,729	5,181	4,580	4,532	4,100	4,340	4,800	4,299
Desv. pad (mm)	8,237	8,870	8,112	8,912	7,912	7,981	7,300	7,864	8,524	7,569
Assimetria	4,650	4,938	4,673	4,209	3,532	4,033	3,650	3,972	3,754	3,796
CV	2,293	1,831	1,715	1,720	1,727	1,761	1,781	1,812	1,776	1,761
Correl. (Capela+S. R. Lima)		0,032	0,085	0,076	0,080	-0,092	0,077	0,059	0,093	0,037

Tabela 2 - Análise estatística exploratória dos dados de precipitação mensal considerando dados observados e os gerados pelos MCG na sub-bacia do Rio Siriri/SE.

	Capela+Sta. R. Lima	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9
	P (mm) Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
Media (mm)	103,197	136,48	139,75	126,13	122,78	123,28	116,48	131,58	135,06	117,31
Desv. pad (mm)	66,164	75,23	69,34	92,70	67,26	62,91	67,69	79,84	80,31	69,99
Assimetria	0,502	0,627	0,367	1,110	0,565	0,549	0,299	1,056	0,635	0,645
CV	0,641	0,551	0,496	0,735	0,548	0,510	0,581	0,607	0,595	0,597
Correl. (Capela+S. R. Lima)		0,731	0,956	0,769	0,772	-0,844	0,964	0,909	0,971	0,431

Tabela 3 - Análise estatística exploratória dos dados de precipitação total anual considerando dados e os gerados pelos MCG na sub-bacia do Rio Siriri/SE.

	Capela+Sta. Rosa Lima	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9
	P (mm) Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual	Anual
Media (mm)	1305,814	1629,73	1674,63	1508,01	1466,00	1418,42	1396,38	1592,76	1618,63	1397,81
Desv. pad (mm)	355,858	212,17	331,50	643,73	498,12	381,40	359,84	468,56	340,75	483,10
Assimetria	1,351	-0,256	0,007	1,556	0,711	-0,923	-0,641	0,514	-0,021	-0,263
CV	0,273	0,130	0,198	0,427	0,340	0,269	0,258	0,294	0,211	0,346
Correl. (Capela+S. R. Lima)		-0,011	0,032	-0,247	0,217	0,209	-0,584	-0,205	0,445	-0,436

Tabela 4 - Análise estatística exploratória dos dados de vazão média mensal considerando dados observados e os gerados pelos MCG na sub-bacia do Rio Siriri/SE.

	Q mensal observada	Q mensal Simulada	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6	MC7	MC8	MC9
Media (mm)	3,163	7,608	10,68	11,24	10,10	9,39	9,23	8,68	10,40	10,67	8,80
Desv. pad (mm)	3,901	7,364	8,39	8,83	12,07	9,55	7,51	7,69	9,90	9,14	8,66
Assimetria	2,303	1,360	1,054	1,159	2,243	1,965	0,981	0,883	1,912	1,103	1,252
CV	1,233	0,968	0,785	0,786	1,195	1,017	0,814	0,886	0,952	0,857	0,984
Correl. (Ros. do Catete)		0,90	0,34	0,45	0,21	0,40	-0,25	0,31	0,37	0,57	0,02



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas (2015). Hidro Web: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- ARAGÃO, R. de; ALMEIDA, J. A. P. de. (2009). Avaliação espaço temporal do uso do solo na área da bacia do Rio Japarutuba - Sergipe através de imagens LANDSAT., In *Anais do.. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.*, Natal, 2009. p. 1231-1238.
- ARAGÃO, R. de; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. de; PANTALEÃO, S. de M.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E. de. (2014). Avaliação da Influência do Uso do Solo sobre a Qualidade da Água do Rio Siriri-Sergipe. In *anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, Natal, 2014. v. 1. 6 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1999). *Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros e da Baixada Litorânea do Estado de Sergipe. Volume 2. Descrição morfológicas e dados analíticos de perfis de solos*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 300p.
- BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. da M. (2006). Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 1413-4152.
- CRUZ, M.A.S., AMORIM, J.R.A., ARAGÃO, R., GOMES, L.J., MARQUES, M.N., SANTOS, R.C., VIANA, R. D., SOUZA, R.A., SOUZA, A.M.B., SILVA, R.R.S., MOTA, P.V.M. (2012). *Base de dados do Projeto Japarutuba*. Brasília-DF: Embrapa. 1 DVD.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2012). *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- GIRVETZ, H. E.; MAURER, E.; DUFFY, P. et al. (2013). Climate Central. Making climate data relevant to decision making: the important details of spatial and temporal downscaling. The Nature Conservancy the Word Bank. 40 p.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- SAHA, S.; MOORTHY, S. PAN, H. (2010) *the NCEP climate forecast system reanalysis*. American Meteorological Society. 43p.
- STOCKER, T. F. et al. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5)*. New York: Cambridge Univ Press. 200p.
- THE WORLD BANK GROUP. (2015). Climate change knowledge portal for development practitioners and policy makers. Disponível em: <<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>>. Acesso em: 1 mai. 2015.
- THRASHER, B.; MAURER, E. P.; MCKELLAR, C.; DUFFY, P. B. (2012). Technical note: bias correcting climate model simulated daily temperature extremes with quantile mapping. *Hydrologic Earth System Science*, 16: 3309-3314.