



*RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física*  
*Recife-PE, Vol.2 n.02, maio-agosto 2009, 70-82*

## **TENDÊNCIAS FLUVIOMÉTRICAS NAS ÁREAS ESTUARINAS DE GOIANA-MEGAÓ E PIRAPAMA/JABOATÃO E DAS TABUAS DE MARÉ NO PORTO DE SUAPE-PE**

**Janaina Barbosa da Silva<sup>1</sup>**  
**Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>2</sup>**  
**Magna Soelma Beserra de Moura<sup>3</sup>**  
**Suelane Gomes da Silva<sup>4</sup>**

Artigo recebido em 21/08/2009 e aceito para publicação em 31/08/2009.

### **RESUMO**

Os estuários são ambientes de transição entre o oceano e o continente, ocorrendo na desembocadura dos rios, resultando na diluição da água salgada. Os mesmos são forçados por agentes locais e remotos que ocorrem na bacia de drenagem e no oceano adjacente. Esses ambientes são extremamente vulneráveis aos possíveis impactos das mudanças climáticas, principalmente no que concerne ao aumento das variações do nível do mar, pluviosidade e ventos. O objetivo deste trabalho foi analisar as tendências dos dados fluviométricos para os rios: Goiana e Pirapama ambos em Pernambuco e correlacioná-los com as variações e tendências das tábuas de marés estimadas para o porto de Suape. Ambos os rios apresentam regime hidrográfico regular com os mesmos meses para as máximas (junho e julho) e mínimas (novembro, dezembro e janeiro) de vazões. Foram apresentadas tendências de diminuição de vazão refletindo a expectativa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) para uma diminuição das precipitações e consequentemente diminuição das vazões. Contudo, essas diminuições provavelmente estão relacionadas aos usos antrópicos das águas dos rios, sendo necessária à análise hidroclimatológica para as séries estudadas. Para os dados de maré houve uma estabilização para os valores das máximas e mínimas nas amplitudes e uma redução da amplitude média. Contudo esses dados que são previstos e podem não descrever a realidade.

**Palavra chave:** Vazão, Variação de maré, descarga fluvial.

### **TRENDS IN THE AREAS RIVER MEASUREMENT ESTUARINE GOIANA-MEGAÓ AND PIRAPAMA / JABOATÃO AND THE TIDE AT SUAPE-PE**

### **ABSTRACT**

Estuaries are transitional environments between the ocean and the continent, occurring at the mouth of the rivers, resulting in dilution of seawater. They are forced by local and remote that

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia da UFPE. [janainasimov@yahoo.com.br](mailto:janainasimov@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Professora da UFPE. Departamento de Ciências Geográficas. [josicleda@hotmail.com](mailto:josicleda@hotmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Semi-árido. [magna@cpatsa.embrapa.br](mailto:magna@cpatsa.embrapa.br)

<sup>4</sup> Graduando em Geografia da UFPE.

occur in the drainage basin and the adjacent ocean. These environments are extremely vulnerable to possible impacts of climate change, especially with regard to increased variations in sea level, rainfall and winds. The objective of this study was to analyze trends in streamflow data for rivers: Goiana and Pirapama both in Pernambuco and correlate them with changes and trends in the tables of tides estimated for the port of Suape. Both rivers have regular hydrographic regime with the same months for the maximum (in June and July) and minimum (November, December and January) inflow. Were presented downward trends in flow reflecting the expectation of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for a decrease in precipitation and hence decrease the flow. However, these decreases are probably related to anthropogenic uses of river water, being necessary to the analysis Hydroclimatologic for the series studied. For the data of one tide was stabilized to the values of the maximum and minimum amplitudes and a reduction in the average range. However these data are provided can not describe reality.

**Key-words:** Flow, change of tide, river discharge.

## INTRODUÇÃO

A mudança climática global é a alteração do clima da Terra em consequência do aumento dos níveis do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros gases de efeito estufa (IPCC, 1990). Problemas decorrentes dessas mudanças afetam o Planeta, nas mais diversas escalas, por exemplo, para a macro escala a Floresta Amazônica sofreu na última década uma queda na precipitação, apresentando períodos de secas não comuns para essa área. Na meso escala, estados produtores de milho no agreste nordestino segundo estudos de cenários da Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa) (2008) para um aumento da temperatura entre 2°C e 5,4°C nas próximas décadas levará a um prejuízo em redução de área plantada de 12% em 2020 a 17% em 2070, afetando a fonte de alimento de aves, suínos e bovinos. Na micro escala podem-se

citar os estuários que sofrerão com o aumento do nível do mar afetando espécies bióticas e conseqüentemente a produtividade pesqueira local.

Os estuários são ambientes de transição entre o oceano e o continente, ocorrendo na desembocadura dos rios, resultando na diluição da água salgada (MIRANDA *et al.*, 2002). Os mesmos são forçados por agentes locais e remotos que ocorrem na bacia de drenagem e no oceano adjacente (ALCÂNTARA, 2004). Esses ambientes são extremamente vulneráveis aos possíveis impactos das mudanças climáticas, principalmente no que concerne ao aumento das variações do nível do mar, pluviosidade e ventos. Os principais agentes da circulação nos estuários que serão afetados são: vento, maré e descarga fluvial. O vento que é o ar em movimento sofrerá aumento na frequência e intensidade. Os eventos ENOS (El Niño Oscilação Sul) são exemplos de um

fenômeno atmosférico que sofrerá em função do aquecimento global.

As marés são movimentos periódicos de elevação e abaixamento da superfície dos oceanos, mares e lagos, provocados pela força gravitacional da Lua e do Sol sobre a Terra, poderá sofrer aumento na sua amplitude decorrente da elevação do nível do mar em detrimento do degelo das calotas, enquanto a descarga fluvial é o volume de água que passa em um canal fluvial (rio) em uma unidade de tempo medido, possivelmente será diretamente afetada pelo aumento ou diminuição das precipitações levando a possíveis impactos na produção pesqueira e conseqüências sócio-econômicas (GRIMM *et al.* 2000, GARCIA *et al.* 2001, GARCIA *et al.* 2004).

As variações espaço-temporal das taxas de aumento do nível médio do mar (NMM) vêm sendo aferidas em todo planeta. Para o século XX de acordo com dados maregráficos apresentaram um aumento no valor médio de 1,5mm/ano (IPCC, 2001).

As projeções médias estimadas a partir da década de 1990 até 2100 são de valores entre 0,11 a 0,77m no aumento do nível médio do mar (NMM) em escala planetária independente do aquecimento global, pois fatores como movimento da crosta terrestre

seja de origem tectônica ou isostática são previstas para este século (IPCC, 2001).

Forbes *et al.* (1997) relataram flutuações no aumento do nível do mar para a Nova Escócia de 10mm/ano e por vezes superior. No Golfo do México, Stumpf & Haines (1998) registraram taxas de mais de 10mm no século passado há vários anos. Para o Brasil aumentos de 0.20 cm foram percebidos na base maregráfica em Cananéia no estado de São Paulo (Figura 01) (COSTA, 2007).

Para as áreas de manguezais em configurações costeiras protegidas, como é o caso das áreas estuarinas do estado de Pernambuco, poderá haver progressiva expansão dos manguezais com a subida do nível do mar. Contudo Alleng in IPCC (2001) prevê um colapso com uma rápida ascensão do nível do mar para uma área de mangue na Jamaica devido a sua configuração em bosques de franja.

Com o possível aumento do NMM e das amplitudes de marés as águas salgadas possivelmente adentrarão os corpos estuarinos elevando a salinidade e, caso haja uma diminuição, ou mesmo a manutenção da descarga fluvial, esses aumentos possivelmente propiciarão a colonização por espécies típicas de mangue nas margens dos corpos hídricos.

Os estuários vêm sofrendo com o controle da descarga fluvial como resposta aos

barramentos dos rios e do fluxo de acordo com o controle de operação das barragens. Para tanto se pode observar que tanto as ações antrópicas diretas como barramentos, como as mudanças climáticas que alterarão as precipitações responderão pelas alterações nas áreas como o aumento das áreas de mangue (MOLISANI & CRUZ, 2005).

Quanto às variações de marés que impulsionam a água salgada do mar para dentro do estuário onde serão diluídas criando assim um ambiente salobro, poderão sofrer um aumento em sua amplitude máxima em decorrência do aumento do nível do mar e assim adentrar o estuário influenciando a interiorização do mangue.

Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar as tendências dos dados fluviométricos para os rios Goiana e Pirapama e das variações das tábuas de maré estimados para o porto de SUAPE.

## MATERIAL E MÉTODO

Os dados de vazão foram adquiridos no sítio da Agência Nacional das Águas (ANA), para os postos dos rios Goiana e Pirapama. O primeiro posto tem o ponto de coleta referente à vazão entre as coordenadas  $7^{\circ}36'47''W$  e  $35^{\circ}3'53''S$  no engenho Itapissirica. O segundo ponto tem seu ponto de aferição na latitude  $8^{\circ}17'00''W$  e

longitude  $35^{\circ}3'58''S$ . Os rios Goiana e Pirapama foram escolhidos por apresentarem a maior série histórica referente à vazão com relação à proximidade de suas fozes. Para este trabalho foram utilizados dados de tábuas de marés astronômicas adquiridos no Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN) para o Porto de Suape no litoral sul de Pernambuco, estes foram estimados e não medidos e compõe uma série de dados de 1986 a 2006. Quanto à correlação entre vazão média e maré máxima as series estudadas são referentes aos anos de 1986 a 2006 para o rio Pirapama e Porto de Suape respectivamente em decorrência da proximidade geográfica.

## Área de estudo

As áreas de estudos contemplam duas estações fluviográfica, uma no município de Goiana e outra no município do Cabo de Santo Agostinho (Figura 1).

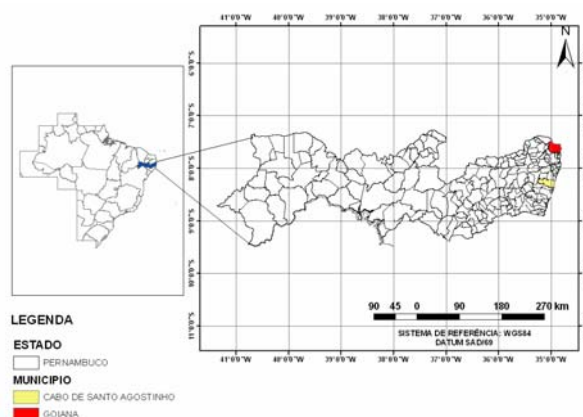


Figura 1: Localização dos municípios que contemplam as estações em estudo

A bacia do rio Goiana tem uma área total de cerca de 286 300 ha, sua foz está localizada ao extremo norte do estado de Pernambuco, na Zona da Mata Norte compondo um estuário misto denominado estuário do rio Goiana/Megaó com 4 776 hectares e estende-se por cerca de 17 km, da foz até a altura da cidade de Goiana (FIDEM, 1987). Compõe-se de uma trama de rios, lagoas, canais, ilhas e ilhotas recobertas por densa vegetação de mangue e de alagados que se sucedem, de forma quase ininterrupta, do limite do manguezal até o entorno da cidade de Goiana (CPRH, 2001). A área estuarina do Goiana/Megaó é classificada como planície costeira segundo os tipos geomeofológicos de estuários sugeridos por Pritchard (1967) e classificados por Silva *et al* (no prelo). O monitoramento da descarga fluvial diária no rio Goiana é mantida pela Agência Nacional das Águas (ANA) e realizada desde maio de 1967 na estação fluviométrica no município de Goiana no engenho Itapissirica nas coordenadas 7°36'47"S e 35°3'53"W (Figura 2).

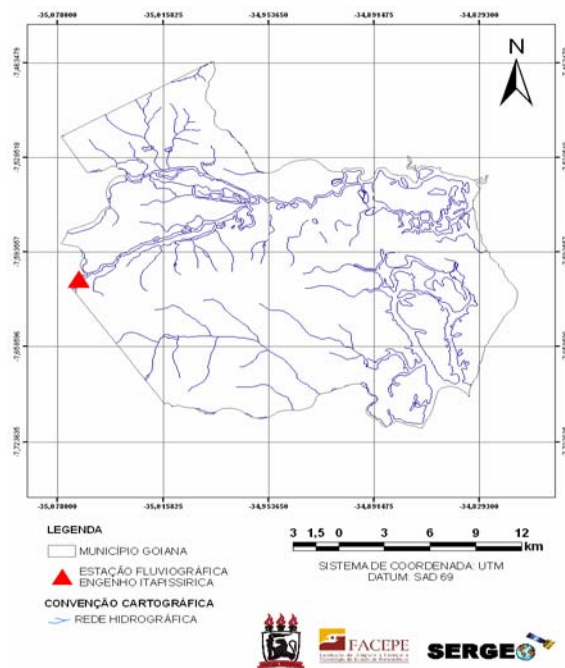


Figura 2: Município de Goiana e localização da estação fluviométrica do Eng. Itapissirica

A bacia hidrográfica do rio Pirapama (Figura 3) está localizada na porção centro-sul do Estado de Pernambuco, entre a I 81 Metropolitana do Recife e a Zona da Mata Sul e pertence ao grupo GL2 juntamente com os rios Jaboatão e Tejipió. Essa bacia drena uma superfície com cerca de 600 km<sup>2</sup>, ocupando um total 98.937,80 km<sup>2</sup> (<http://www.ct.ufpb.br/pos/engurbana/projetos/preclihne/pirapama.html>). O Pirapama altera várias vezes, de direção, entre a nascente e o início da Planície Costeira, que percorre no sentido geral oeste-leste até a altura da Praia do Paiva. Nesse ponto, inflete para o norte, encontrando o rio Jaboatão. A partir dali, percorrem juntos 2,5 km, até a desembocadura

em Barra de Jangada ([http://www.flickr.com/photos/simone\\_alira/2482231682/](http://www.flickr.com/photos/simone_alira/2482231682/)). A área estuarina do Pirapama/Jaboatão é classificada como construído por barra segundo os tipos geomorfológicos de estuários sugeridos por Pritchard (1967) e classificados por Silva *et al.* (in prelo).

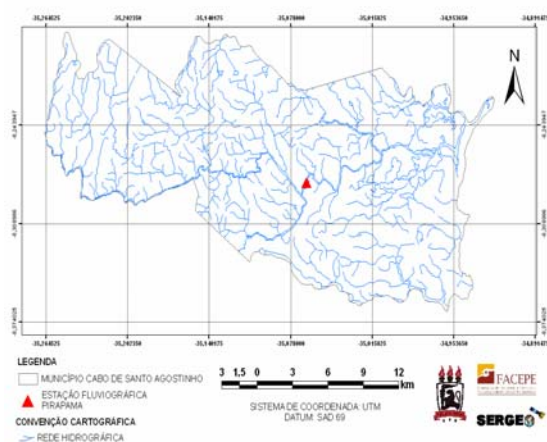


Figura 3: Município do Cabo de Santo Agostinho e localização da estação fluviométrica Pirapama

A coleta de dados de vazão fluvial da estação Pirapama (latitude 8°17'00"W e longitude 35°3'58"S) foi iniciada em maio de 1986 pela ANA que os disponibiliza em seu sítio até novembro de 2006. Contudo para os anos de 1990, 1991 e 1993 não foram analisados, pois os dados apresentavam lacunas de dias e meses.

### Tratamento estatístico

Para análise de tendência dos dados fluviométricos foi utilizado o Excel 2007. Para correlação de Pearson entre vazão e maré foi usado o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

O Coeficiente de determinação calculado pela equação (1):

$$r^2 = \frac{a \sum y + b \sum xy - n(\bar{y})^2}{\sum y^2 - n(\bar{y})^2} \quad (1)$$

Em que:  $y$  é o valor médio da variável dependente,  $X$  é o valor médio da variável independente,  $a$  é o ponto onde a reta toca o eixo  $y$  e  $b$  é o coeficiente angular da reta,  $n$  é o número de dado da amostra.

O coeficiente de correlação é dado pela equação (2):

$$r = \sqrt{r^2} \quad (2)$$

Em que:  $r^2$  é o coeficiente de determinação e  $r$  coeficiente de correlação.

### Análises hidrológicas

As análises dos dados de vazão do Engenho Itapissirica em Goiana forneceram uma descarga média da série estudada de 9.24  $m^3.s^{-1}$ . A vazão máxima anual ocorreu em 1984 com 21.31  $m^3.s^{-1}$  e mínima de 1.86  $m^3.s^{-1}$  para o ano de 1989. Para o Pirapama a descarga média para a série foi de 14.95  $m^3.s^{-1}$ , máxima

de 24.58 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> em 2004 e mínima de 3,67 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> no ano de 1999. Sendo os períodos de máximas ocorrendo para ambos os rios sob o fenômeno La Niña com intensidade fraca (Tabela 1). Em geral, em anos de El Niño/La Niña, se associa a aumento/diminuição das chuvas no nordeste do Brasil (GALVÍNCIO, 2000). Kane (1993) e Galvínio (2000), não encontraram correlação estatisticamente significativa entre os eventos ENOS e a variabilidade das chuvas nordestinas. Porém, fisicamente existe uma forte relação positiva

entre os El Niño e a diminuição das chuvas no semi-árido do Nordeste do Brasil.

Neste estudo foi identificada correlação positiva entre o aumento de vazão com evento climatológico La Niña fraca em especial quando a La Niña viesse logo após um El Niño forte a moderado (Tabela 1).

Comparando-se as descargas fluviais para os dois rios tem-se que o rio Pirapama em geral apresenta os valores de vazão (Média da série, máxima e a mínima) superiores aos do rio Goiana (Tabela 2).

Tabela 1: Anos de atuação dos sistemas El Niño e La Niña e respectivas intensidades

EVENTO	ANO	INTENSIDADE
El Niño	1982-83	Forte
La Niña	1984	Fraca
El Niño	1988	Moderado
La Niña	1989	Forte
El Niño	1997-98	Forte
La Niña	1999	Fraca
El Niño	2004	Fraco

Fonte: Adaptado de [HTTP://www.climerh.ret-se/elnino](http://www.climerh.ret-se/elnino)

Tabela 2: Valores das descargas médias para toda a série e valores de descarga máxima e mínima de acordo com ano

ESTAÇÃO FULVLIOMÉTRICA	MÉDIA m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	MÁXIMA m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> /ANO	MÍNIMA m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> /ANO
Itapissirica/Goiana	9.24	21.31/1984	1.86/1989
Pirapama/Cabo	13.84	24.58/2004	3,67/1999

As vazões do rio Goiana em um único dia a vazão mínima foi de 0.048 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> em 18 de dezembro de 1999 e máxima de 265.1 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> em 18 setembro de 2000 (Tabela 2) durante La Niña que trazem aumento das

chuvas para o Nordeste, neste período (1999-2000), mesmo considerado fraco este evento sucedeu um período de El Niño forte aumentando assim os valores de vazão. O valor de descarga do rio Pirapama a mínima para a

série diária ocorreu em 14 de março de 1994 com  $0.047 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e máxima de 375.40 em 01 de agosto de 2000 (Tabela 2), apresentando a mesma relação de La Niña que o Goiana.

Para os valores de vazão máxima há diferença entre os rios Goiana e Pirapama para a série diária de 70%, contudo os valores de mínima apresentam igualdade em cerca de 100% (Tabela 2).

Tabela 2: Valores das descargas máximas e mínimas em um único dia

ESTAÇÃO FULVLIOMÉTRICA	MÁXIMA $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ /DIA/MÊS/ANO	MÍNIMA $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ /DIA/MÊS/ANO
Itapissirica/Goiana	265.1/18/09/2000	0.048/18/12/1999
Pirapama/Cabo	375.40/01/08/2000	0.047/14/03/1994

A descarga média mensal para o Goiana apresentou dois picos máximos para os meses de junho com  $20.94 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e julho com  $27.95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Para as mínimas destacam-se três meses de pico: outubro com  $2.84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , novembro  $2.170 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e janeiro com  $2.393$  e dezembro, com  $1.758 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Figura 2).

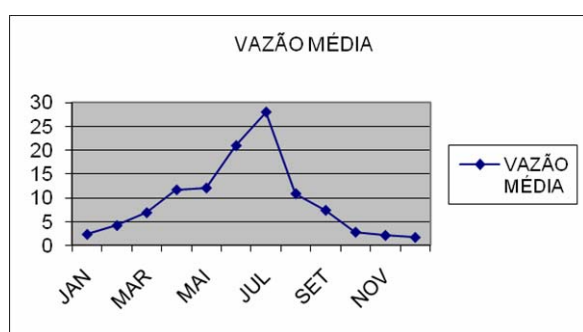


Figura 2: Vazão média mensal em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  no rio Goiana

A descarga média mensal para o Pirapama apresentou duas máximas ao longo do ano: em junho e julho com  $32.564 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e  $31.135 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , respectivamente. As descargas médias mínimas apresentam três picos nos meses de novembro ( $5.50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), dezembro ( $6.09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) e janeiro ( $5.33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) (Figura 3).

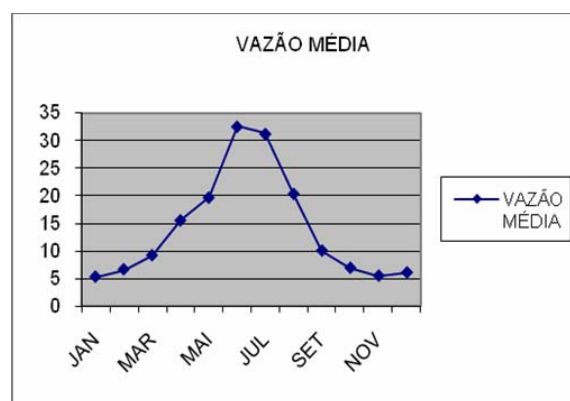


Figura 3: Vazão média mensal em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  da série para o rio Pirapama



Para ambos os rios, os períodos de maior vazão estão relacionados com o período de maior precipitação para essas áreas o que reflete em maiores escoamentos superficiais e subsuperficiais. Para os meses de menor vazão estes estão diretamente ligados a transição entre as estações primavera-verão refletindo um período de baixas precipitações médias.

Analisando as tendências das vazões médias anuais para os rios: Goiana e Pirapama têm-se que ambos apresentaram diminuição de vazão quando analisados as médias de cada ano. Para o primeiro houve uma diminuição mais acentuada da vazão (Figura 4), contudo o coeficiente de determinação de 10% para a série que foi de 33 anos é pouco representativo para se relacionar as mudanças climáticas, principalmente sendo esses anos de menores vazões os de atuação do evento El Niño de moderado a forte. O segundo apresentou também diminuição (Figura 5), contudo mais modesta quando comparado ao primeiro e também em anos de El Niño.

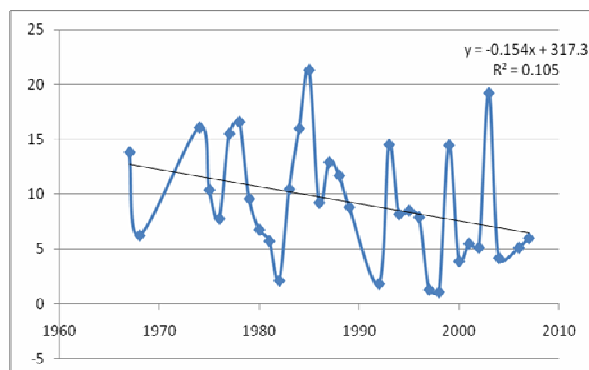


Figura 4: Vazão média anual para o rio Goiana

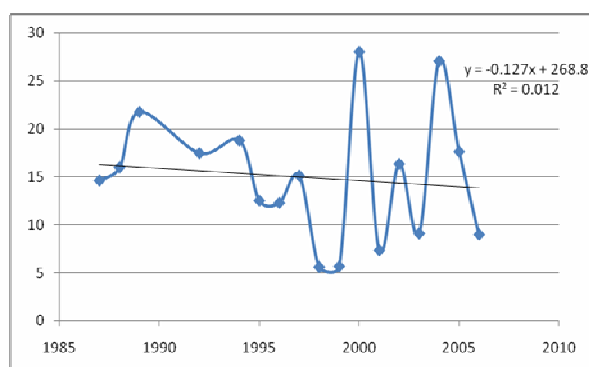


Figura 5: Vazão média anual para o rio Pirapama

Outros fatores que podem justificar a diminuição da vazão média para a série pode ser atribuída à retirada de água ao longo das bacias para diversos fins. Costa & Sampaio (2009) identificaram para a bacia hidrográfica do Pirapama usos consultivos e não-consultivos que geram desequilíbrio ao balanço hídrico.

#### **Análises de dados de marés astronômicas**

A variação da maré analisadas nas tabuas de maré para o porto de Suape foi para os valores das máximas entre 1.5 a 2.7 metros. Para as mínimas as amplitudes estão entre -0.1 e 1m. A média foi de 2.05 m para os meses de

janeiro a dezembro para todos os anos da série (1986 a 2006). O mês de maior amplitude para a máxima foi março com 2.7m e de menor amplitude para a máxima de 1m no mês de janeiro. Todos os meses com exceção de maio e junho. Para os valores de pico nas mínimas os meses de janeiro a abril e agosto a outubro. O valor da moda foi de 2.2m para as máximas e 0.3m para as mínimas amplitudes para a série.

Os valores referentes às tabuas de marés para o Porto de SUAPE apresentam uma tendência de declínio de 40% nas médias para os valores das amplitudes máximas de maré para a série estudada (Figura 6).

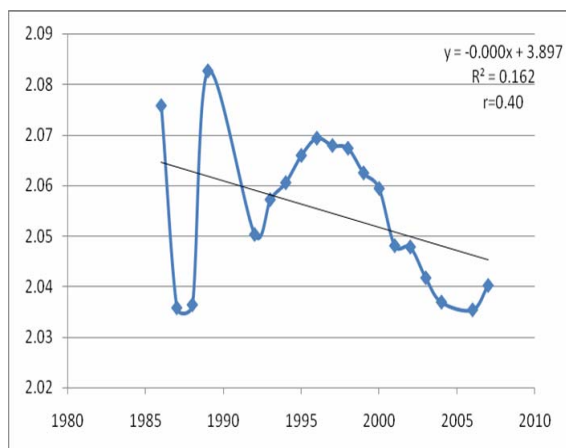


Figura 6: Variação média das máximas amplitudes de maré para porto de SUAPE

Estudo realizado por Araújo *et al.* (2009) para o porto do Recife apresentam estimativas de constância das variações para os anos de 2015 e 2020 e leve declínio para o final de 2010 e final de 2025. Tais dados

Silva, J. B., Galvêncio, J. D.; Moura, M. S. B.; Silva, S. G.

não levam em conta o aquecimento do oceano e intensificação dos ventos alísios, estes influenciam sobre tais variações, pois estes são dados de marés astronômicas.

As marés meteorológicas são aquelas que sofrem influências das condicionantes atmosféricas locais como frentes frias podendo elevar o nível da água em 1 m em relação ao nível da maré astronômica (TRUCCOLO *et al.*, 1996; TRUCCOLO 1998). Logo se faz necessário os dados aferidos por estações maregráficas e respectivas análise das forçantes locais atuantes na área.

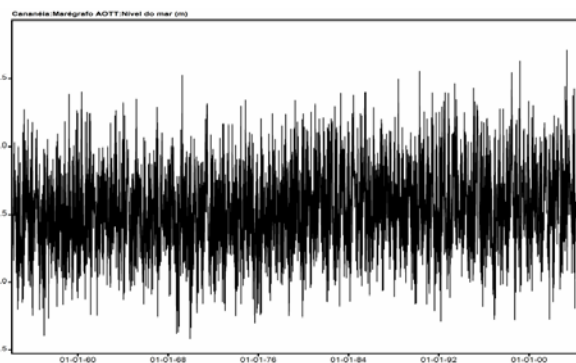


Figura 7: Dados de maré através de dados observados na base maregráfica de Cananeia-SP. (Fonte: Costa, 2007)

De posse das análises dos dados de amplitude média de maré para o Porto de SUAPE de 2.05 m pode-se classificar de maneira preliminar segundo Davis (1964) *in* Miranda *et al.* (2002) os estuários de Pernambuco como sendo de Mesomaré, ou seja,  $2 < HMAX < 4m$ . A importância da altura da maré se dá em função das áreas passíveis de

inundação pela águas do mar propiciando assim o desenvolvimento de vegetação do tipo mangue (MIRANDA *et al.*, 2002).

A redução de 16% na amplitude significa diminuição de 2 cm na maré máxima. Tal diminuição pode não expressar uma alteração significativa para a entrada da água do mar no estuário, ao mesmo tempo em que não reflete relação com informações de estudos que comprovam aumento médio do nível do mar já identificado para algumas áreas por Forbes *et al.* (1997), Stumpf & Haines (1998) e por Costa (2007) que contatou um aumento no nível médio do mar com dados referentes a base maregráfica em Cananéia-SP a partir de 1968 (Figura 7) pois esses são dados aferidos através de equipamentos como o marégrafo.

### **Correlação entre valores de maré e descarga fluvial**

Não foi observada nenhuma correlação entre os dados de maré máxima e a vazão para este trabalho, quando se tratando de ambas as estações fluviométricas. Este resultado foi devido à distância entre o ponto da estação fluviométrica e da área de influência da maré para os rios Goiana e Pirapama.

Trabalhos realizados com esse intuito utilizam equipamentos de medição como o

aparelho Acoustic Doppler Current Profile (ADCP) de 1200kHz e o S4 InterOcean. O primeiro trata do efeito acústico fundamentado no efeito Doppler para o cálculo da descarga líquida total ou vazão (GORDON, 1989; MARONE *et al.*, 2009). O segundo é um equipamento que mede a amplitude de maré, intensidade e direção das correntes, temperatura, salinidade, turbidez e profundidade (MARONE *et al.*, 2009).

O intuito dessas correlações é definir segundo convenções normalmente usadas para classificar estuários com base em causas físicas, predominantes dos movimentos e da mistura de água: maré, vento e descarga fluvial. Outra classificação é aquela que leva em consideração a geomorfologia, outra trata da salinidade, correntes de mistura etc. (Miranda *et al.*, 2002).

### **CONCLUSÃO**

Ambos os rios Pirapama e Goiana apresentam regime hidrográfico regular com os mesmos meses para as máximas (junho e julho) e mínimas (novembro, dezembro e janeiro) de vazões. Foram apresentadas tendências de diminuição de vazão refletindo a expectativa do IPCC para uma diminuição das precipitações e consequentemente diminuição das vazões. Contudo, essas diminuições provavelmente estão relacionadas aos usos antrópicos das

águas dos rios, sendo necessária à análise hidroclimatológica para as séries estudadas.

Para os dados de maré houve uma estabilização para os valores das máximas e mínimas nas amplitudes e uma redução da amplitude. Contudo esses dados são previstos e podem não descrever a realidade.

## SUGESTÕES

Há necessidade de instalações de marégrafos próximos as áreas estuarinas para que se utilizem dados observados e não estimados.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Hidrografia e Navegação na pessoa do senhor Jorge Carvalho encarregado da Seção de Intercâmbio de Dados.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H. **Mudanças Climáticas, Incertezas Hidrológicas e vazão fluvial: O caso do estuário do rio Anil.** - revista on line [www.ig.ufu.br/caminhos\\_de\\_geografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html) ISSN 1678-6343. Acesso em junho de 2009.

ARAÚJO, R. S., MACIEL, SILVA A. R.; A. B., GOMES FILHO M. F., LUCENA DAISY BESERRA. **Previsão astronômica das marés em locais selecionados no nordeste do Brasil.** *In:* [www.criatividadecoletiva.net/.../14-](http://www.criatividadecoletiva.net/.../14-)

[4c5ece0f73c2b2cca34200853b052386.pdf](http://4c5ece0f73c2b2cca34200853b052386.pdf)  
acesso em junho de 2009.

COSTA, R. F. & SAMPAIO, Y. **Otimização dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama** in <http://www.sober.org.br/palestra/2/359.pdf> em junho de 2009.

FORBES, J.M., HAGAN, M.E., ZHANG, X., HAMILTON, K. **Upper atmosphere tidal oscillations due to latent heat release in the tropical troposphere.** *Ann. Geophys.* 15, 1165–1175, 1997.

GALVÍNCIO, J. D. **Impactos dos eventos El niño na precipitação da bacia do rio São Francisco.** Campina Grande. UFPB. 72p. 2000.

KANE, R. P. **Rainfall characteristics in different parts of Northeast Brazil.** *Rev. Bras. Geofísica.* v. 11, n.1, p.7- 22, 1993.

LESSA, G. C., DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P. & BRICHTA, A. **The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization.** Manuscript received on April 28, 1999; accepted for publication on September 11, 2000; presented by Kenitiro Suguio.

MIRANDA, L. B., CASTRO, B. M. & KJERFVE. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários.** São Paulo. Ed. USP, 2002.

PINTO, E. F. L. **Gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da Região Metropolitana do Recife e suas relações com o meio ambiente.** *In* [http://www.btdt.ufpe.br/tedeSimplificado//tede\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2832](http://www.btdt.ufpe.br/tedeSimplificado//tede_busca/arquivo.php?codArquivo=2832) em junho 2009

STUMPF R. P. & HAINES J. W. **Variations in tidal level in the Gulf of Mexico and implications for tidal wetlands.**; *Estuarine, coastal and shelf science*, 1998, vol. 46, n<sup>o</sup>2, pp. 165-173 (44 ref.).

TRUCCOLO, E.C.; MELO, F. E.; SCHETTINI, C. A. F.; GERHARDINGER, L. C.; FERREIRA & OLIVEIRA, F. M. **Evidências da circulação induzida pela meteorologia no estuário do rio Itajaí-açu.** *In: Semana Nacional de Oceanografia*, 13, anais, CTTMAR/UNIVALI, p.448-450.