

## RELAÇÕES HIDROLÓGICAS ENTRE PLUVIOSIDADE, DEFLÚVIO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DA PRATA EM CAPITÃO POÇO, PARÁ, BRASIL

**RODRIGO SILVANO SILVA RODRIGUES**

Universidade Federal do Pará | Brasil  
rskr@ufpa.br

**LINDEMBERG LIMA FERNANDES**

Universidade Federal do Pará | Brasil  
lberge@ufpa.br

**ARTUR SALES DE ABREU VIEIRA**

Universidade Federal do Pará | Brasil  
a-sales@hotmail.com

**FRANCISCO CARLOS LIRA PESSOA**

Universidade Federal do Pará | Brasil  
fclpessoa@ufpa.br

**DIÊGO LIMA CRISPIM**

Universidade Federal do Pará | Brasil  
diegolc\_85@hotmail.com

**RESUMO:** Este trabalho verifica as relações hidrológicas entre chuva, vazão e escoamento superficial na bacia hidrográfica do igarapé da Prata, localizada no município de Capitão Poço/PA. Foram utilizados dados diários e mensais, no período de 1993 a 2004, de uma estação fluviométrica local e pluviométrica próxima, verificando o comportamento de vazões e precipitações médias; estimou o coeficiente de escoamento superficial com base em imagens de satélite em função do uso e cobertura do solo. Precipitação e vazão possuem comportamentos semelhantes, porém, com um retardo de cerca de dois meses entre seus picos, indicando uma boa capacidade de retenção de água no solo e na floresta. Os fenômenos climáticos do El Niño e La Niña influenciam nas precipitações locais. Cerca de 40% da precipitação escoam superficialmente. Os usos comuns da água do corpo hídrico envolvem atividades como agricultura, pecuária e piscicultura.

**Palavras-chave:** Hidrologia. Precipitação. Vazão. Escoamento superficial. Fenômenos climáticos.

## RELATIONSHIP BETWEEN RAINFALL, RIVER FLOW AND RUNOFF IN PRATA CATCHMENT, CAPITÃO POÇO, PARÁ, BRAZIL

**ABSTRACT:** This work had the objective of analyzing hydrological relations between the rain and the flow in the Prata catchment, located in the Capitão Poço city, Pará. Data were used, from 1993 to 2004, of rainfall and flow measuring station within the basin area, analyzing the behavior of daily and monthly averages values, and estimated the runoff coefficient based on soil use and occupation. The flow has similar behavior to that of precipitation, however, with a delay of about two months between their peaks, indicating a good water holding capacity of the soil and in the forest. The runoff coefficient of the basin for the period 1994-2004 was estimated at 0.40, in other words, it is estimated that 40% of the precipitation flows on the surface. Another possibly influence is directly linked to basin uses, although predominantly rural, it is very common to use the water of the water body for activities such as agriculture, livestock and fish farming.

**Keywords:** Hydrology. Rainfall. Flow. Runoff. Climatic phenomena.

## Introdução

Conhecer o ambiente físico é essencial para subsidiar o processo de ocupação e manejo das bacias hidrográficas, reconhecendo áreas de fragilidade natural e potencializadas pelo antropismo, sendo assim, conhecer as características morfológicas e físicas de uma unidade geoambiental permite o planejamento da ocupação do espaço de maneira mais sustentável (ALVES et al., 2014).

A bacia hidrográfica é definida como o conjunto de terras limitadas por divisores de águas contendo uma rede de drenagem que drena a água para um único ponto denominado exutório. O sistema de drenagem da bacia é composto de nascentes dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes (TARGA et al., 2012; TUCCI, 2001; WATRIN; GERHARD; MACIEL, 2009).

As bacias hidrográficas são unidades fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental, sendo identificadas como unidades de planejamento administrativo para fins de conservação dos recursos naturais (PEGADO, 2010; VITTALA; GOVINDAIAH; GOWDA, 2008). Os componentes das bacias hidrográficas coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, o que afeta os ecossistemas como um todo (SOUZA; FERNANDES, 2000; SOUZA; SILVA; DIAS, 2012). Segundo a Lei 9.433 de 08/01/1997 da Política Nacional dos Recursos Hídricos a bacia de drenagem é o instrumento de gestão nos planos de recursos hídricos elaborados para bacias, estados e para o país e serve para o planejamento das intervenções humanas.

Dentre os componentes do ciclo hidrológico, a precipitação pode sofrer com impactos na circulação atmosférica causados por fenômenos climáticos, assim, quanto maior a intensidade deste fenômeno, maior a sua influência nas precipitações causando anomalias com tendências negativas (El Niño) e positivas (La niña).

Na Amazônia apenas as grandes bacias são monitoradas. Esta exclusão de inúmeras pequenas bacias limita o planejamento e gestão dos recursos hídricos na região. Na verdade, as pequenas comunidades da Amazônia não têm meios de utilização dos recursos hídricos de forma sustentável, o que dificulta o desenvolvimento socioeconômico da região (BLANCO et al., 2008). O manejo inadequado do solo pode provocar impactos ao meio ambiente, como os processos de erosão intensa, impermeabilização do solo, perda de biodiversidade, inundações, assoreamentos de reservatórios e cursos d'água (SANTOS, 2010; VAEZA et al., 2010).

Para Campos (2008) é de fundamental importância identificar e mapear as diferentes classes de uso da terra, bem como as atividades nestas desenvolvidas, a fim de gerar subsídios para a análise da dinâmica socioambiental na bacia, visando identificar e quantificar os impactos gerados e suas consequências para o bem-estar da população.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vêm se desenvolvendo cada vez mais, auxiliando na formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação das opções de manejo ambiental pelo fato de propiciar maior frequência na atualização dos dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (CEREDA JUNIOR, 2006; VAEZA et al., 2010). O sensoriamento remoto e o geoprocessamento apresentam-se como ferramentas valiosas para auxiliar os estudos ambientais com ações integradas de investigação, sobretudo no âmbito de ambientes tropicais, pois proporcionam uma série de informações valiosas sobre esses ecossistemas (WATRIN; GERHARD; MACIEL, 2009).

As variáveis chuva, vazão e escoamento superficial são correlacionadas em diversos estudos sob óticas e metodologias diferentes (ALENCAR et al., 2006; BELHASSAN, 2011; SILVEIRA e SOUZA, 2012).

Blanco et al. (2013) informa que a bacia hidrográfica do Igarapé da Prata é a única bacia hidrográfica na região que tem longa série de dados de fluxo, no entanto, não possui em sua área dados de precipitação.

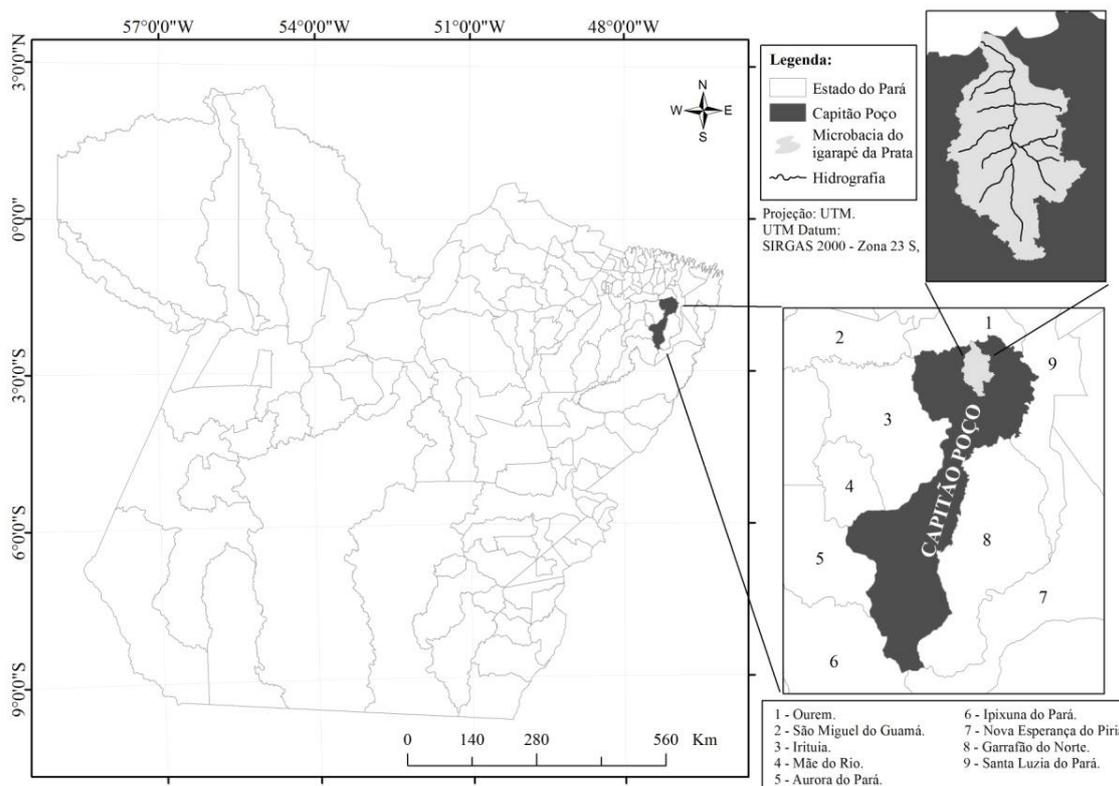
Compreendendo a importância de se alcançar informações a respeito das áreas na Amazônia Legal, o objetivo deste trabalho foi compreender as interações hidrológicas entre precipitação, deflúvio, uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, bem como verificar anomalias na precipitação por decorrência do El Niño e La Niña.

## Material e métodos

### Área de estudo

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do Igarapé da Prata, localizada no município de Capitão Poço no Estado do Pará, situada entre as coordenadas: latitude  $01^{\circ}33'34''$  S, longitude  $47^{\circ}07'55''$  W e latitude  $01^{\circ}43'40''$  S, longitude  $47^{\circ}06'09''$  W. O município está inserido na mesorregião do Nordeste Paraense e microrregião do Guamá.

A bacia hidrográfica está localizada a 154 km a leste da capital do Estado, Belém, sua descarga é junto ao Rio Guamá, com seu exutório localizado nas coordenadas: latitude  $01^{\circ}33'53,8''$  S, longitude  $47^{\circ}8'21,5''$  W e latitude:  $01^{\circ}43'40''$  S. Na Figura 1 apresenta-se o mapa de localização da área de estudo.



**Figura 1.** Localização da bacia hidrográfica do Igarapé da Prata.

### *Aspectos físicos naturais e climatológicos*

O clima do município de Capitão Poço enquadra-se nos tipos climáticos Am, da classificação de Köppen, caracterizado como chuvoso, apresentando pequena estação seca entre setembro e novembro (SANTOS, 2013). A temperatura média anual é de 26,9° C. A precipitação pluviométrica normal anual é de 2.449 mm, com os meses mais chuvosos entre janeiro a junho, com o pico em março. Pacheco e Bastos (2004) destacam que a umidade relativa do ar em Capitão Poço apresenta comportamento inverso da temperatura do ar durante o ano.

No que concerne à hidrografia do município, IDESP (2014) ressalta que o rio Guamá é o de maior importância, servindo de limite entre Capitão Poço e o município de Ourem, em toda sua porção norte e leste. Para o rio Guamá, converge toda a trama de pequenos rios e igarapés que se inserem no Município, incluído o Igarapé da Prata.

A vegetação é caracterizada pela cobertura de Floresta Densa de platô, terraços e vegetação aluvial. Estando a área inserida na condição de frente pioneira, há incidência muito grande de desmatamentos e áreas de capoeira (IDESP, 2014).

A bacia do Igarapé da Prata encontra-se quase que totalmente inserida na região de solos latossólicos caracterizados pelo tipo latossolo amarelo (CARRIELO et al., 2014; GOMIDE 2012; ROCHA, 2013). São solos muito comuns nas planícies sedimentares amazônicas, sendo antigos, muito intemperizados, profundos, quimicamente pobres e com baixa diferenciação de horizontes (LEPSCH, 2010; SANTOS, 2013). Na área próxima à foz do igarapé verifica-se a predominância de solo tipo gleissolo hápico.

Em relação ao aspecto geológico a bacia hidrográfica é composta por quatro tipos de sedimentos diferentes, sendo eles Aluviões Holocênicos, Granito Jonasa, Granito Ourém, Barreiras. Para Rapp Py-Daniel (2007) os Aluviões Holocênicos são depósitos que acompanham os cursos d'água que fazem parte da Planície Amazônica. Estudos realizados por outros autores (GOMIDE, 2012; ROCHA, 2013; SANTOS, 2013) corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa.

### *Precipitação atmosférica total*

A estação pluviométrica Ourém (código 00147016) localizada na latitude 1°33'02"S e longitude 47°07'01"W, conforme recomendado por Blanco et al. (2013) foi utilizada como referência para estimativa da precipitação na área de estudo. A série histórica foi adquirida na base de dados da Agência Nacional de Água (ANA), no sistema de informações hidrológicas Hidroweb.

### *Análise da variabilidade interanual das precipitações pluviométricas*

Foi feita análise da variabilidade interanual das precipitações pluviométricas, que é explicado pelos os eventos dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña, que teve suas ocorrências de acordo o apresentado na Tabela 1. Com isso o El Niño que teve maior influência no período do estudo foi a de 1997/98 e a La Niña de maior influência foi a de 1995/1996, com seus respectivos graus de intensidade, de acordo com o CPTEC/INPE.

**Tabela 1.** Períodos de ocorrência de El Niño e La Niña e sua intensidade (IFC), de 1993 a 2004.

El Niño		La Niña	
Ano	Intensidade	Ano	Intensidade
1995 – 1996	Fraco	1990 – 1993	Forte
1998 – 2001	Moderado	1994 – 1995	Moderado
		1997 – 1998	Forte
		2002 – 2003	Moderado
		2004 – 2005	Fraco

Fonte: INPE/CPTEC (2016).

Para a determinação das anomalias da precipitação pluvial utilizou-se a Equação (1).

$$anom_{i,j} = (X_{i,j} - \bar{X}_i) \quad (1)$$

Em que  $anom_{i,j}$  é a anomalia da precipitação no ano  $i$  da estação pluviométrica  $j$ ;  $X_{i,j}$  é o valor da precipitação pluvial anual  $i$  da estação pluviométrica  $j$  e  $\bar{X}_i$  é a média da precipitação pluvial.

#### Cotas e vazão

As cotas e vazões foram definidas com base nos dados da estação fluviométrica Marambaia (código 31600000) da ANA, operada pelo CPRM, com área de drenagem de 32,7 km<sup>2</sup> no Igarapé da Prata, ou seja, inserida na bacia em estudo. As séries históricas foram adquiridas na base de dados da Agência Nacional de Água (ANA), no sistema de informações hidrológicas Hidroweb.

Foi estabelecido para o local do aproveitamento, conforme orientado pela Eletrobrás (2000), uma série de vazões médias mensais derivada de uma série histórica de um posto localizado no mesmo curso d'água ou na mesma bacia, por correlação direta entre áreas de drenagem, limitada à diferença entre áreas de 3 a 4 vezes, sendo a correlação definida pela Equação 2.

$$Q_1 = (A_1 / A_2) \cdot Q_2 \quad (2)$$

Em que  $A_1$  é a área de drenagem do local do aproveitamento, em km<sup>2</sup>;  $A_2$  é a área de drenagem do posto existente, em km<sup>2</sup>;  $Q_1$  é a vazão do local do aproveitamento, em m<sup>3</sup>/s; e  $Q_2$  vazão do posto existente, em m<sup>3</sup>/s.

A curva de permanência de vazões compreende a frequência de ocorrências das vazões de uma determinada bacia (TUCCI, 2002), é calculada através dos dados históricos de vazões ordenados de forma crescente (BENETTI et al., 2003), podendo ser utilizados valores diários, semanais ou mensais (EUCLYDES et al., 2001). A permanência de cada vazão é o percentual de vezes em que ela foi equiparada ou extrapolada. Para caracterizar as descargas mínimas, foram consideradas as vazões associadas às permanências de 95% (Q95%) e 90% (Q90%), frequentemente utilizadas em projetos de outorga para uso da água (PEREIRA, 2004).

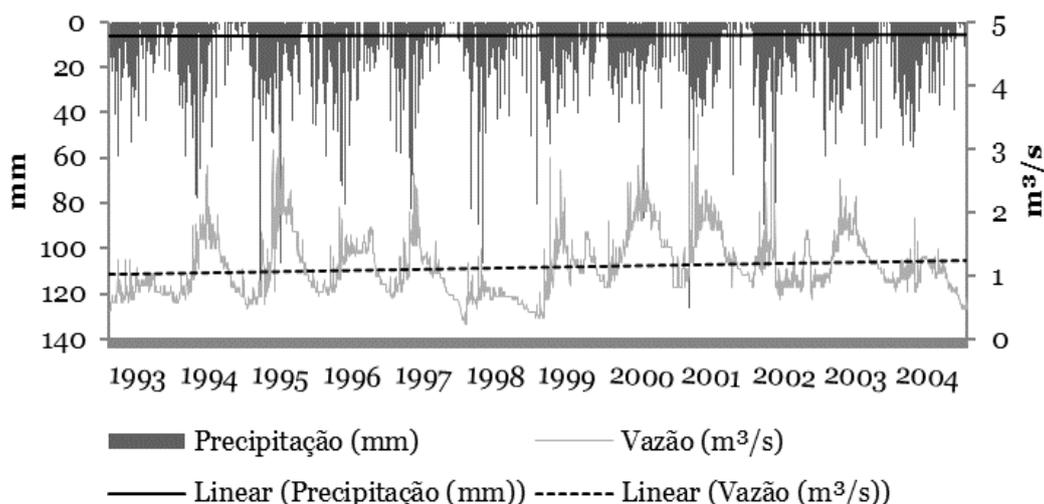
### *Uso e ocupação do solo e estimativa do Coeficiente de escoamento superficial*

Para GENZ e TUCCI (1995) o recobrimento da superfície do terreno por obras de engenharia implica em uma maior quantidade e velocidade do escoamento superficial em um tempo menor, resultando no aumento da vazão de cheia, redução do tempo de concentração e diminuição da vazão de base, o que acarreta no aumento das inundações. Surge assim, a necessidade de estudos mais detalhados que visem compreender a variação do regime hidrológico causado pelo processo de adensamento urbano em bacias hidrográficas.

Para estimativa do coeficiente de escoamento superficial foram delimitadas as superfícies utilizando as bandas (b5, b4 e b3) da imagem do sensor TM/Landsat 5. Após, foram exportadas para o software ArcGis 10.1, no qual realizou-se a confecção das composições coloridas em RGB (Red, Green, Blue) com diferentes combinações de bandas. Esta composição de bandas foi utilizada por se tratar de uma bacia hidrográfica predominantemente rural, com atividades agropecuárias. Os arquivos (dados) utilizados foram referentes aos anos de 1994 e 2004. Estas áreas foram classificadas em floresta (primária e secundária), terras de cultivo e pastagens, atribuindo coeficientes de escoamento superficial médio, respectivamente, de 0,30, 0,35 e 0,60, ponderados conforme as áreas definidas, conforme recomendado por Cruciani (1989).

### **Resultados e discussão**

Na Figura 2, para o período de 1993 a 2004, observou-se que o padrão temporal das chuvas na cheia apresentou regularidade ao longo do período analisado, ocorrendo uma discreta tendência de diminuição, em mm, da precipitação diária. Entretanto, houve uma discreta tendência de aumento da vazão média diária para a bacia e o manancial em avaliação.



**Figura 2.** Distribuição das precipitações diárias e vazões médias diárias (1993-2004).

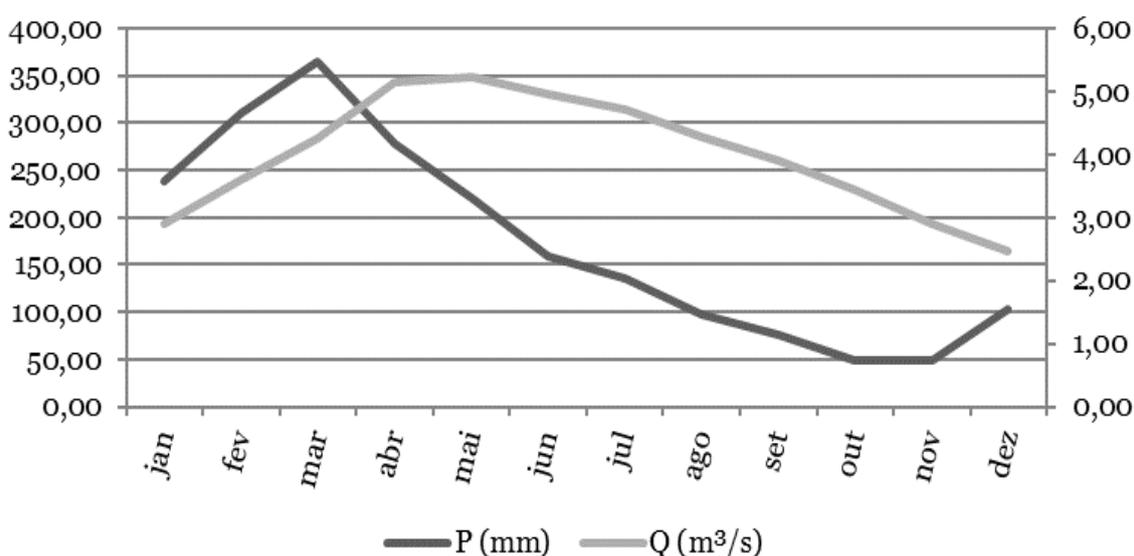
Analisando as informações coletadas, constatou-se que os valores médios diários de precipitação é de 11,30 mm, ocorrendo variações que chegam a alcançar valores máximos de 126,2 mm e mínimo 0 mm. Em relação à vazão média diária do Igarapé da Prata observa-se

Rodrigo S. S. Rodrigues et al. Relações hidrológicas entre pluviosidade, deflúvio e escoamento superficial na bacia hidrográfica (...)  
[Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium,](#)

um valor de  $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ , com amplitude que varia de  $4,39 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$ . A precipitação pluviométrica média anual obtida entre os anos de 1993 e 2004 foi de  $2.079 \text{ mm}$ , com mínima de  $1.668,40$  no ano de 1997 e máxima de  $2.648,60$  no ano de 1995.

A curva de permanência típica, obtida a partir dos registros de vazões da estação fluviométrica Marambaia, onde a partir destes dados verificou-se que a  $Q_{50}$  é igual a  $1,03 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $Q_{95}$  é igual a  $0,535 \text{ m}^3/\text{s}$ . Com relação às cotas, a permanência foi de  $54 \text{ cm}$  durante 95% do período diário.

Na Figura 3 ilustra-se o regime de chuvas da bacia do Igarapé da Prata através de precipitação total média mensal para o período 1993-2004, bem como o regime de vazões diárias médias mensais na bacia do igarapé da Prata por correlação direta entre áreas de drenagem da estação fluviométrica Marambaia, para o mesmo período.

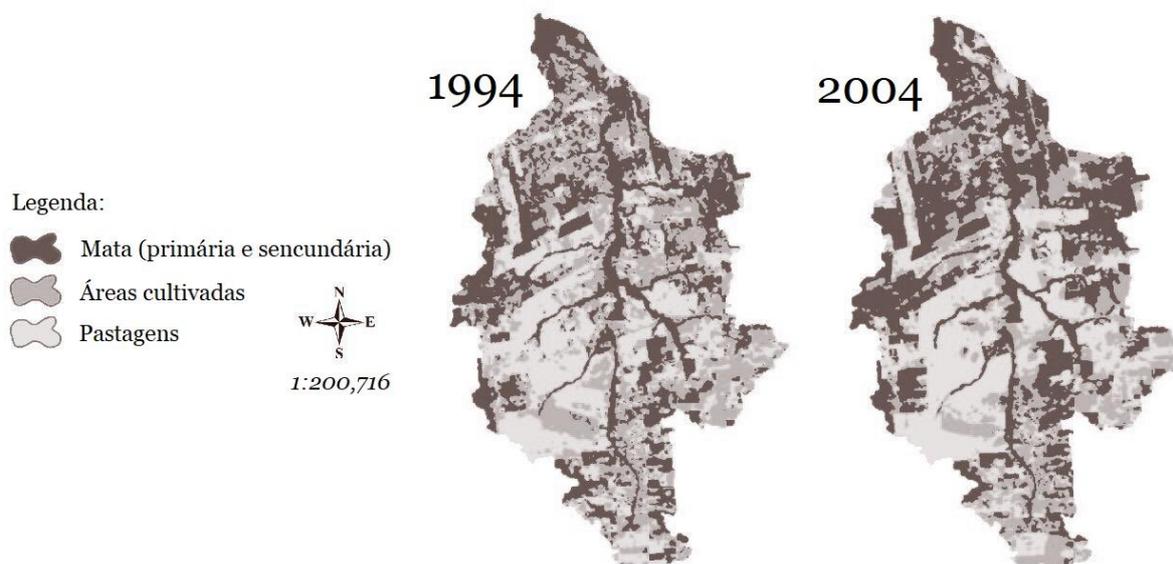


**Figura 3.** Precipitação total média mensal e vazões diárias médias mensais da bacia do igarapé da Prata (1993-2004).

Por meio do comportamento do gráfico, verificou-se uma diferença entre a estação com maior e menor pluviosidade, tendo em vista que os dados pluviométricos indicam que o regime de precipitação regional é caracterizado por uma estação chuvosa de janeiro a junho, onde março é o mês com maior precipitação, e uma estação seca de julho a dezembro, em que outubro é o mês com a menor pluviosidade. Os três meses mais chuvosos para o período 1993-2004, são respectivamente fevereiro, março e abril, com  $311$ ,  $365$  e  $278 \text{ mm}$ . E os três meses com menor pluviosidade corresponderam a setembro, outubro e novembro, com as respectivas cotas pluviométricas  $75$ ,  $48$  e  $49 \text{ mm}$ .

A característica mais acentuada apresentada na visualização da precipitação total média mensal e vazões diárias médias mensais na bacia do Igarapé da Prata é o retardo de dois meses entre o pico de chuva e o pico de vazão.

A dinâmica de uso e cobertura do solo entre os anos de 1994 e 2004, por meio da análise de imagens do sensor TM/Landsat 5, representa-se na Figura 4.



**Figura 4.** Dinâmica de uso e cobertura do solo na bacia do igarapé da Prata (1994/2004).

O coeficiente de escoamento superficial médio da bacia para o período de 1994-2004 foi estimado em 0,40, ou seja, estima-se que 40% da precipitação esco superficialmente, conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Estimativa do coeficiente de escoamento superficial médio da bacia do igarapé da Prata (1994-2004).

Uso do solo	Coeficiente de escoamento superficial (S)	1994		2004		Média	
		Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Floresta (primária e secundária)	0,30	55,51	48,15%	54,52	47,29%	55,017	47,72%
Terras cultivadas	0,35	22,16	19,22%	29,86	25,90%	26,009	22,56%
Pastagens	0,60	37,61	32,63%	30,90	26,80%	34,257	29,72%
S médio	-	0,41		0,39		0,40	

Com a análise dos dados da Tabela 3, expressos em mm, demonstra-se as anomalias anuais de precipitação pluviométrica tem-se no ano de 1997 a maior variabilidade negativa, ou seja, neste ano a média das anomalias mensais apresenta valor de -34,24 mm, demonstrando a forte influência do El Niño 1997/98, que provocou uma diminuição no regime de chuvas para a região.

**Tabela 3.** Anomalias Mensais de Precipitação Pluviométrica para a estação pluviométrica Ourém (código ANA 00147016), no período de Janeiro de 1993 à Dezembro de 2004.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1993	17,63	149,13	76,03	83,83	94,53	-72,97	-51,47	-38,17	-145,87	-118,77	-112,07	-29,17
1994	198,63	66,93	322,63	130,93	84,43	-0,27	-140,57	-105,37	-150,67	-155,97	-150,67	-124,47
1995	54,13	279,43	156,23	210,23	177,23	-13,47	-10,77	-37,87	-167,57	-81,37	20,23	-17,07
1996	154,93	148,63	235,93	121,23	35,63	-33,37	-47,67	-17,17	-74,77	-150,97	-160,87	-43,77
1997	119,53	-5,37	301,13	32,23	33,13	-82,77	-122,07	-106,87	-167,27	-172,67	-151,57	-88,27
1998	140,13	-20,67	346,43	19,43	-34,27	37,33	-67,27	-90,27	-121,27	-136,97	-83,67	20,73
1999	-56,37	161,43	25,63	65,03	35,53	16,13	-12,27	-99,67	-75,27	-60,37	-161,17	-104,37
2000	28,93	105,53	70,43	-27,97	62,33	29,43	-48,47	-79,87	-21,77	-146,47	-138,27	-143,37
2001	3,53	244,63	155,23	156,33	-7,87	64,43	-82,37	-150,17	-26,17	-146,37	-163,37	-159,97
2002	1,73	165,93	105,93	241,93	103,33	-83,77	10,43	-41,47	-155,57	-128,47	-64,57	-80,67
2003	-12,67	214,53	220,53	59,03	12,63	-2,07	98,43	-55,57	-6,67	-115,87	-154,17	49,93
2004	121,93	146,83	288,53	171,53	-30,87	-27,27	12,63	-75,57	-87,47	-98,67	-168,77	-112,17

O ano de 1995 demonstra maior variabilidade positiva com valor de anomalia média mensal de 47,45 mm, fato esta que demonstra à forte influência da do La Niña 1995/1996, tornando-se assim anos anômalos, com valores de precipitação pluviométrica significativamente acima da média.

Na Figura 5 apresentam-se as anomalias da precipitação pluviométrica (mm) na estação pluviométrica Ourém para o evento de La Niña e El Niño, no período de 1995 a 1998.

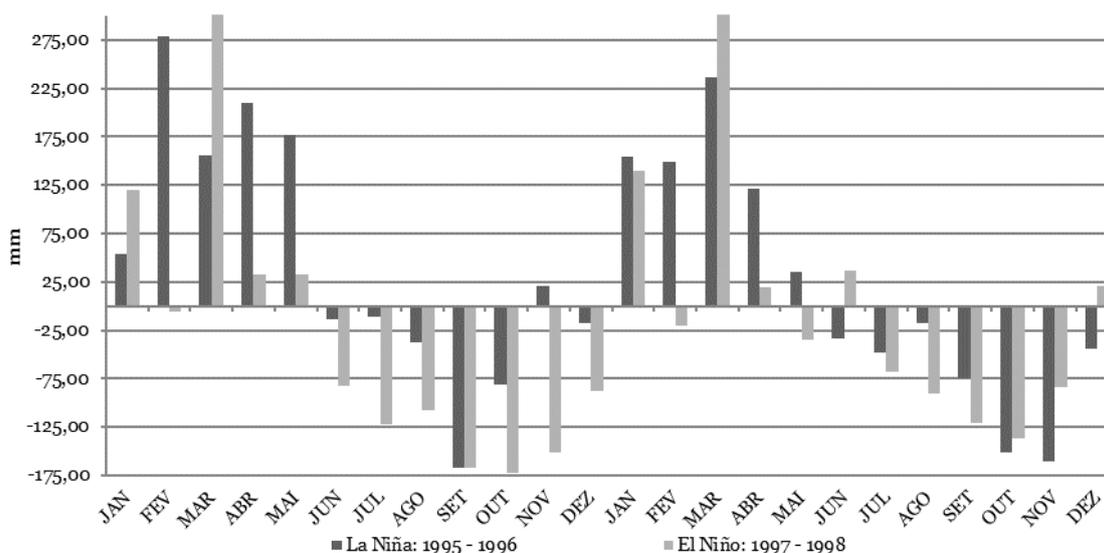


Figura 5 - Anomalias da precipitação pluviométrica (mm), para o evento de La Niña e El Niño, no período de 1995 a 1998.

### Considerações finais

A precipitação pluviométrica na bacia é dividida em dois períodos bem definidos, os meses de maior pluviosidade, fevereiro a abril, e de menor pluviosidade, que vai de setembro a novembro. A vazão possui comportamento semelhante ao da precipitação, porém, com um retardo de cerca de dois meses entre seus picos, indicando uma boa capacidade de retenção de água no solo e na floresta, além da estimativa de que somente 40% da precipitação escoam superficialmente na bacia. Segundo Lima (1984), em bacias com vegetação alta e densa a interceptação da água da chuva pela copa das árvores, o processo dinâmico da evapotranspiração e a capacidade de infiltração da água no solo são fatores importantes, que explicam a pouca variação do nível da água nos cursos.

De acordo com Cardoso et al. (2006), as bacias com forma alongada possuem baixa probabilidade de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão. As tendências de diminuição da precipitação diária e aumento da vazão média diária, possivelmente, ocorram devido aos impactos na dinâmica de modificação do uso e cobertura do solo.

A forma física da microbacia influencia no escoamento superficial e na potencialidade de picos de enchentes (ALMEIDA et al., 2019). Para Alves e Castro (2003), a caracterização fisiográfica de bacias hidrográficas, associada às suas disponibilidades hídricas, possibilita entender fenômenos passados, avaliar impactos ambientais e ações antrópicas na fase de escoamento superficial da água e elaborar correlações entre vazões e características fisiográficas.

Outra influência possivelmente está diretamente ligada a predominância rural da bacia, é muito comum o uso da água do corpo hídrico para atividades como agricultura, pecuária e piscicultura.

O El Niño 1997/1998 influenciou de forma significativamente nas médias de anomalias nos meses de junho de 1997 e maio de 1998, ocasionando uma redução no regime de chuva para região, mês este que marca final de período chuvoso para a estação pluviométrica estudada. A La Niña de maior influência nas anomalias foi a de 1995/1996, conforme se apresenta na Figura 14, que se obtiveram os maiores valores para o mês de fevereiro de 1995 e março de 1996, sua influência está exemplificado nos meses da estação chuvosa, onde houve um aumento nos índices pluviométricos.

Segundo Gonçalves et al. (2015), as prováveis causas da variabilidade climática são as fases extremas de Oscilação do Sul, principalmente a fase negativa (fenômeno El Niño) e a fase positiva (fenômeno La Niña). É importante destacar que os fenômenos El Niño e La Niña em suas escalas locais ou globais, podem influenciar diretamente sobre os regimes de chuvas na região. A precipitação na região amazônica é um parâmetro meteorológico que varia no tempo e no espaço e está associada com a influência de diferentes sistemas na mesoescala, escala sinótica e grande escala.

### Referências

ALENCAR, D. B. S.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A. S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Engenharia agrícola**, v. 26, n. 1, Jaboticabal, jan./abr, 2016.

ALMEIDA, K. P.; SANTOS, M. F.; AMORIM, L. S. A.; ANDRADE, C. S. S.; DORES, E. F. G. C.; CAIXETA, D. S. Qualidade ambiental e descrição morfométrica de uma microbacia urbana da região hidrográfica do Paraguai. **E&S - Engineering and Science**, v. 8, n. 1, p. 62-78, 2019.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do Rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 117-127, 2003.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, M. T. Análise morfométrica da bacia hidrográfica riacho Namorado, São João do Cariri-PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 31, n. 3, 2014.

BELHASSAN, K. Relationship between River Flow, Rainfall and Groundwater pumpage in Mikkes Basin (Morocco). **Iranian Journal of Earth Sciences**, v. 3, p. 134-152, 2011.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 149-160, Abr/Jun, 2003.

BEST, A.; ZHANG, L.; MCMAHON, T.; WESTERN, A.; VERTESSY, R. A critical review of paired catchment studies with reference to seasonal flow and climatic variability. CSIRO Land and Water Technical. **MDBC Publication**. 2003, 56 p.

BLANCO, C. J. C.; SANTOS, S. S. M.; QUINTAS, M. C.; VINAGRE, M. V. A.; MESQUITA, A. L. A. Contribution to hydrological modelling of small Amazonian catchments: application of rainfall-runoff models to simulate flow duration curves, **Hydrological Sciences Journal**, v. 58, n.7, p. 1423-1433. 2013.

BLANCO, C. J. C.; SECRETAN, Y.; MESQUITA, A. L. A. Decision support system for micro-hydro power plants in the Amazon region under a sustainable development perspective. **Energy for Sustainable Development**, v. 12, n.3, p. 25-33. 2008.

CAMPOS, D. C. **Dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati – PR e sua influência na qualidade das águas superficiais**. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOARES, C. P. B. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 249-256, 2006.

CARRIELO, B. L.; BLANCO, C. J. C.; GOMIDE, I. S.; BARBOSA, A. J. S.; SANTOS, D. B. O. **Analysis of the Modified Universal Soil Loss Equation to estimate the sediment yield in a small Amazon catchment**. SYLWAN, vol. 158, p. 347-359, 2014.

CEREDA JUNIOR, A. **Mapeamento da fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão do Monjolinho – São Carlos – SP – Utilizando ferramentas de geoprocessamento.** 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

CRUCIANI, D. E. **A Drenagem na Agricultura.** (4a ed.). São Paulo: Ed. Nobel. 1989.

ELETRÓBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Diretrizes para estudos e projetos de PCH,** Ed. Eletrobrás, RJ. 2000.

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; RUBERT, O. A. V.; SANTOS, R. M. Regionalização Hidrológica na Bacia do Alto São Francisco a Montante da Barragem de Três Marias, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 2, p. 81-105, Abr/Jun, 2001.

GENZ, F.; TUCCI, C. E. M. Infiltração em Superfícies Urbanas. **Revista Brasileira de Engenharia Caderno de Recursos Hídricos**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 01, p. 77-104, 1995.

GOMIDE, I. S. **Modelagem de perda de solo de pequenas bacias hidrográficas da Amazônia via modelo USLE.** 2012. 73f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

GONÇALVES, M. F.; BLANCO, C. J. C.; SANTOS, V. C. dos.; SANTOS, L. L. dos. Regiões homogêneas de precipitação pluvial no estado do Pará, considerando a ocorrência de El Niño e La Niña. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídrico. 21. , 2015. Brasília. **Anais...** Brasília: ABRH, 2015.

IDESP. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. **Estatística Municipal – Capitão Poço.** Governo do Estado do Pará, Belém, 2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA, W.P. The hidrology of eucalypt forests in Austrália – **A review.** **IPEF**, v. 28, p. 11-27, 1984.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do Município de Capitão Poço-PA.** Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, n. 79, 20p. Belém, 2001.

PEGADO, R. S. **Geotecnologia como instrumento de gestão de recursos hídrico: estudo da Bacia do Tucunduba – Belém (PA).** 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

PEREIRA, S. B. **Evaporação no lago de Sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco.** 2004. 105 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambiental) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004.

RAPP PY-DANIEL, L. 2007. Capítulo 3. Caracterização da área amostrada. p. 35-42. In: Rapp PyDaniel, L.; Deus, C.P.; Henriques, A.L.; Pimpão, D.M.; Ribeiro, O.M. (orgs.). Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação. INPA.

ROCHA, D. D. N. da. **As territorialidades das pequenas empresas de mineração no Nordeste Paraense: O caso do município de Capitão Poço (PA).** 2013. 104f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas , Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza – Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico**, n. 10, p. 57-67, 2010.

SANTOS, D. B. O. **Aplicação da RUSLE a uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

SILVEIRA, C. S.; SOUZA, K. V. Relações hidrológicas entre a pluviosidade e a vazão em uma série temporal (2007-2009) de uma bacia de drenagem de uso misto – Teresópolis, RJ, Brasil. **Geociências**, v. 31, n. 3, p. 395-410, São Paulo, UNESP, 2012.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. S. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, Botucatu, Edição especial, p. 280-296, 2012.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Revista Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20, 2000.

TARGA, M. S. *et al.* Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.2, p. 120-142, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

TUCCI, C. E. **Apreciação do plano nacional de recursos hídricos e visão prospectiva dos programas e ações**. Documento de apoio às ações de planejamento da Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2001.

TUCCI, C. E. M. Técnicas estatísticas. In: TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2002, p. 23-60.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 23-29, 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. Ed.: Mc Graw Hill, São Paulo 245p. 1975.

VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources: Na integrated approach using remote sensing, GIS and sócio-economic data. **Current Science**, Índia, v.95, n.3, 2008.

WATRIN, O. dos S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M. Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no Nordeste do estado do Pará. **Revista Geografia**, Rio Claro, v.34, n.3, p. 455-472, 2009.

**Recebido em:** 01/08/2017

**Aprovado para publicação em:** 20/12/2018