

Tendência Pluviométrica em Bacia Hidrográfica Amazônica: Impactos potenciais sobre comunidades de peixes

Pluviometric Trend in Amazon Basin: Potential Impacts on Fish Communities

Paula Verônica Campos Jorge SANTOS [1](#); Antonio Carlos Leal de CASTRO [2](#); Jose Manuel Macário REBÊLO [3](#); Victor Lamarão de FRANÇA [4](#); Leonardo Silva SOARES [5](#)

Recibido: 09/01/2017 • Aprobado: 29/01/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Considerações finais](#)
- [Agradecimentos](#)
- [Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Alterações nos padrões de precipitação podem ocasionar impactos sobre os sistemas ambientais, sendo percebidos mais rapidamente nos sistemas aquáticos e na biota associada. As respostas biológicas dessas modificações climáticas envolvem variações na distribuição espacial e temporal das espécies, e mudanças nos mecanismos de funcionamento do ecossistema. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o comportamento pluviométrico no baixo curso de uma bacia hidrográfica amazônica, relacionando essas modificações aos impactos potenciais que poderão afetar comunidades íctias. Os resultados indicam tendência de diminuição das precipitações no decorrer dos anos, com a perspectiva de ocorrência de impactos significativos sobre a comunidade de peixes local.

Palavras chaves: Variabilidade Sazonal; precipitação pluviométrica; biota aquática; rio Itapecuru

ABSTRACT:

Changes in precipitation patterns can have an impact on environmental systems, being perceived more rapidly in aquatic systems and associated biota. The biological responses of these climatic changes involve variations in the spatial and temporal distribution of species, and changes in ecosystem functioning mechanisms. The objective of this work was to characterize the rainfall behavior in the lower reaches of an Amazon basin, relating these changes to the potential impacts that could affect fish communities. The results indicate a tendency to reduce rainfall over the years, with the prospect of significant impacts on the local fish community.

Key Words: Seasonal variability; rainfall; biota aquatic; river Itapecuru

1. Introdução

O destaque produzido pelas mudanças climáticas nos últimos tempos, ressalta a relevância da análise das tendências de precipitação para a compreensão dos possíveis impactos que essas variações possam ocasionar na sociedade em geral (CERA e FERRAZ, 2015). Para Tejada et al (2016) é importante entender os efeitos dessas mudanças nos diferentes usos e na conservação dos recursos hídricos, já que os níveis d'água variam ao longo do tempo em função da variabilidade natural ou induzida pelas diversas forma de apropriação da natureza e usos conflitantes.

As modificações do clima ocasionam vários impactos sobre os sistemas ambientais, podendo ser percebido quase que de forma imediata nos sistemas vivos, fauna e flora, sendo considerados uma das ameaças mais significativas à sobrevivência dos ecossistemas (Walther et al, 2002).

Mooij et al (2009) ressaltam que existem diversas evidência que mostram que tanto espécies quanto ecossistemas, têm sofrido impactos das mudanças climáticas. As respostas biológicas envolvem desde mudanças na distribuição espacial e temporal das espécies individuais, até mudanças no mecanismo de funcionamento dos ecossistemas.

Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas- IPCC (2013, 2014) projetam cenários com significativas alterações no clima e conseqüentemente na biosfera terrestre, destacando o aumento da temperatura do planeta em até 4,8° C ao longo deste século. O cenário climático brasileiro acompanha essa mesma tendência, com aumento significativo de temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos, como secas, enchentes e inundações (Assis et al., 2012), com remodelamento da intensidade e frequência desses eventos, o que segundo Adam et al (2015) influenciará diretamente nas variáveis hidrológicas.

Esses extremos climáticos são respostas das mudanças que ocorrem no ciclo hidrológico que é regulado pelas características climáticas. No contexto de bacias hidrográficas essas alterações no clima geram como respostas aumento ou diminuição do afluente médio anual, o que desorganiza significativamente a sistemática integrada de funcionamento da bacia, em que qualquer evento que ocorra nos seus limites tende a alterar totais precipitados, quantidade e distribuição temporal do escoamento, qualidade da água, alterações na cota do rio, a hidrodinâmica e toda a estrutura trófica das comunidades biológicas (TEJADAS et al, 2016).

Essa sistemática hidrológica nas bacias hidrográficas brasileiras foi documentada pela ANA (2014) que utilizou vários estudos para comprovar que os rios do Leste da Amazônia e Nordeste do Brasil terão, em função da variabilidade climática, redução de suas vazões em até 20% (MILLY et al 2005), destacando ainda que na região Amazônica Brasileira o clima tenderá a ditar reduções nas precipitações da região, muito embora não haja um consenso quanto ao sinal dessas anomalias (Silveira et al 2013).

No estado do Maranhão na zona de transição entre os biomas Amazônico e Cerrado, no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, existe diversidade de ecossistemas, biodiversidade e condições climáticas (SILVA et al, 2016), no entanto Rabelo et al (2012) descreve a ocorrência de enchentes expressiva na região da bacia, principalmente por conta de ações que envolvem a retirada da vegetação de proteção das margens do rio provenientes das ocupações irregulares e dragagem de areia, por conta de empresas de construção civil, instaladas na região.

Assim, as alterações nos elementos do clima podem estar remodelando essas composições, e causando a perda de informações sobre a biodiversidade que ainda não se tem conhecimento.

Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi investigar as variações na precipitação pluviométrica no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, no Estado do Maranhão relacionando essas modificações aos impactos potenciais que poderão afetar as comunidades de peixes que colonizam esta região, e que são fonte de recursos financeiros e alimentar da

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Itapecuru encontra-se na porção centro-oeste do Estado do Maranhão entre as coordenadas 2°51' a 6°56' Latitude Sul e 43°02' a 45°58' Longitude Oeste (Alcantara, 2004). A bacia ocupa uma área de 53.216,84 Km², o que corresponde a 16,03% da extensão territorial do estado. Limita-se na parte sul/leste com a bacia hidrográfica do rio Parnaíba através da serra do Itapecuru, chapada do Azeitão e elevações. A oeste e sudoeste com a bacia hidrográfica do Mearim e a nordeste com a bacia do Munim (IBGE,1998; MARANHÃO, 2002).

O curso principal da bacia é representado pelo rio Itapecuru, que nasce no Sul do Estado inserido no sistema formado pelas serras da Croeira, Itapecuru e Alpercatas, em altitude de aproximadamente 530 m, desaguando na baía do Arraial, depois de percorrer cerca de 1.050 km, a Sudeste da Ilha do Maranhão, na forma de 2 braços de rios denominados: Tucha e Mojó (MMA, 2006; NUGEO, 2011).

As condições morfológicas das regiões que atravessam o rio, o classificam em alto, médio e baixo curso (Figura 1), conforme destacado por Medeiros (2001) e Alcântara (2004). A região do baixo curso do rio é o foco principal desse trabalho.

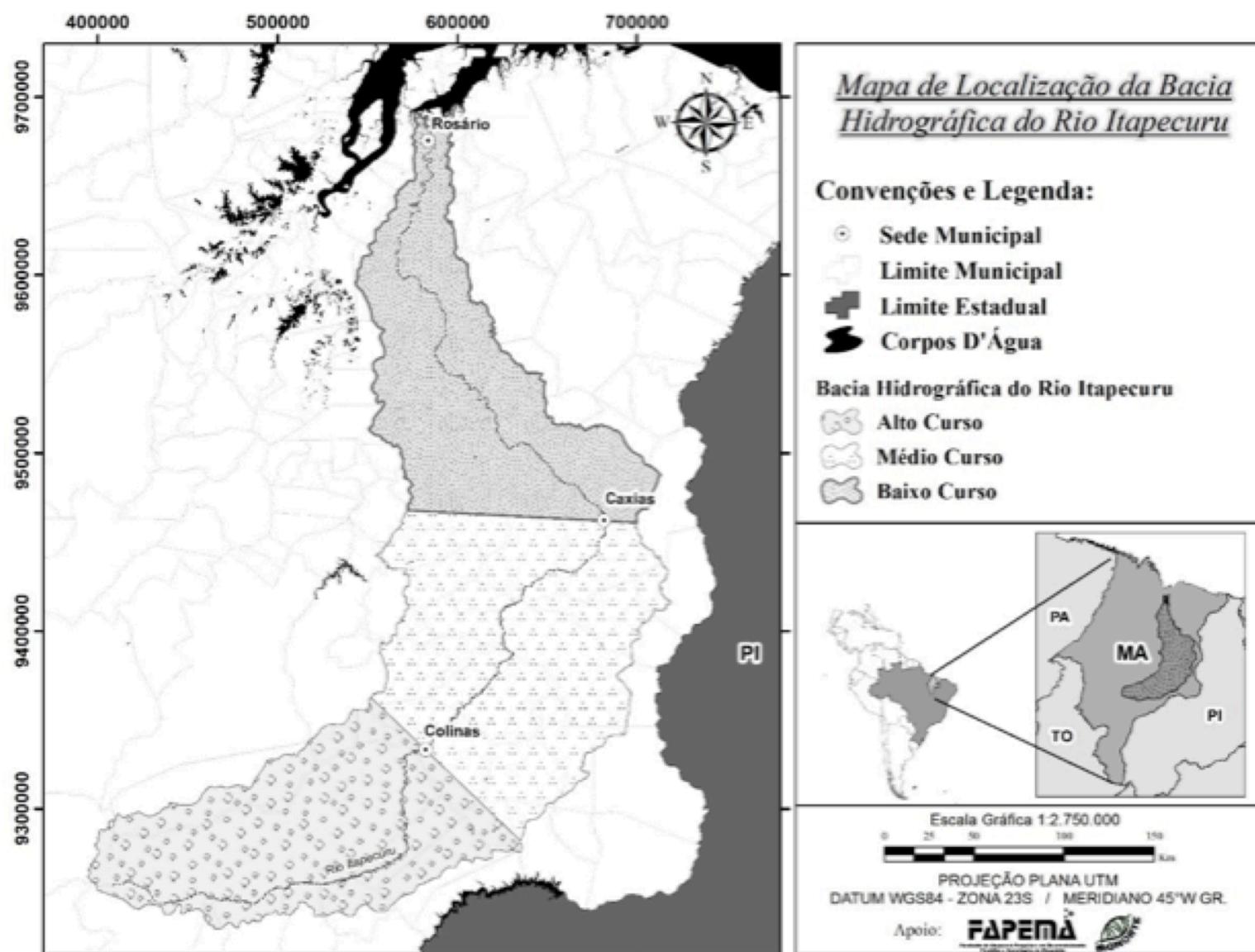


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, e sua divisão morfológica em alto médio e baixo curso.

O baixo curso se estende do município de Caxias até a foz do rio, na baía do Arraial, com uma extensão de aproximadamente 360 km. O desnível total ao longo desse trecho é de 50 m, atingindo uma declividade média de aproximadamente 14 cm/km e largura de até 130 metros

(MEDEIROS, 2001).

À medida que se aproxima da foz gradativamente o relevo vai se aplainando, a máxima altitude é de 50 metros. Esse relevo aplainado facilita que em períodos de alta precipitação as margens sejam encharcadas e em alguns pontos cobertas por água, configurando o que se conhece como rios de planície, conforme descrito por SILVA E CONCEIÇÃO (2011).

2.2 Levantamento de dados para a caracterização climática

A série histórica que compõem os dados de precipitação foi obtida no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, mantido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da plataforma BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa). A série histórica analisada foi de 44 anos, compreendendo o período de 1971 até 2015. A estação meteorológica utilizada está localizada no município de São Luís –MA, código 82280, latitude -2.53 longitude -44.21, altitude 50.86 m, assumindo o status atual de estação operante, distando aproximadamente 30 km da área de estudo

2.3 Análise dos dados

A série analisada foi superior à normal climatológica (N.C) que é o período exigido pela WMO (2008) para a caracterização climática. Os dados foram submetidos à estatística descritiva de média, desvio padrão e coeficiente de variação, após atender os pressupostos de normalidade. Pinheiro et al (2013) destaca que a análise de pelo menos 30 anos da série de dados permite que os processos cíclicos de curto prazo estejam incorporados, assim como, a existência de estacionaridade na série.

As anomalias de precipitação do período foram determinadas através do desvio de precipitação, segundo a fórmula:

$$Dp = \frac{Pa - Pm}{Pm} \cdot 100$$

em que Dp = desvio de precipitação; Pa = precipitação anual a ser analisada
e Pm = precipitação média anual de 44 anos.

Através de valores característicos (precipitação total anual e total mensal) foi obtida a evolução temporal. A precipitação em relação ao tempo, foram dispostos em um gráfico de dispersão e ajustados por uma curva de tendência expressa pelo modelo linear do tipo $y = a + bx$, onde x é a variável tempo, y é a precipitação. O coeficiente linear a corresponde ao valor da reta ajustada para o tempo $t = 0$ e b é o coeficiente angular. A curva de tendência foi realizada com estimativa de significância ao nível de 5%. Todos os dados foram organizados e trabalhados no software Microsoft Office Excel.

3. Resultados e discussão

3.1 Evidências das mudanças climáticas na Região Amazônica

As variações climáticas assolam o mundo inteiro com impactos diversos sobre as diferentes regiões, a exemplo da Amazônia que vem sofrendo impactos de eventos extremos. Em 2005 e 2010 a região sofreu com seca severa, enquanto em 2009 ocorreu uma das piores enchentes já registradas. Esses episódios climáticos de intensidade extrema, afetaram a biodiversidade local, atingindo espécies ameaçadas de extinção (MARENGO et al., 2011).

Tomasella et al (2010) destacam que em sistemas hidrográficos, como o amazônico a variabilidade do clima, seja por causas naturais ou antrópicas, causa impactos na biota, destacando especialmente as comunidades ictiofaunísticas, que nos anos de 2005 a 2010

sofreram elevada mortandade, afetando diretamente o funcionamento dos ecossistemas e conseqüentemente as atividades econômicas e de subsistência associada à atividade de pesca.

Cenários projetados para a todo o Brasil, com destaque para a região amazônica, indicam perturbações climáticas ainda maiores, com modificação nos padrões de chuvas, com destaque para a redução nas precipitações pluviométricas e elevação na temperatura do ar em todo o país (IPCC, 2014; Solomon et al 2007; Assis et al 2012).

Esse cenário deverá ser acentuado partir de 2040 com impactos mais severos sobre fauna e flora, como em diferentes atividades humanas, bem-estar, saúde, infraestrutura e demanda de energia. Essas mudanças no clima podem resultar em “*die back*” (colapso) da floresta amazônica, com comprometimento de todas as suas funções ambientais (MARENGO, et al., 2011), o que ressalta a importância de estudos que investiguem esses impactos em escala local.

Silva et al (2016) descreveu que na região amazônica do estado do Maranhão, as precipitações ocorridas ao longo de mais de 30 anos de observações aumentaram em alguns municípios e diminuíram em outros, concluindo que essas mudanças climáticas não apresentam a mesma variação por estarem em um mesmo bioma, mas que ocorrem de forma diferente nas diferentes regiões do estado, o que pode estar associado aos usos do solo.

3.2 As mudanças climáticas e os impactos já descritos sobre as comunidades Íctias

Em rios tropicais, o pulso de inundação, regula padrões ecológicos, como a preferência por habitats, disponibilidade de recursos, acessibilidade a diferentes ambientes de interação, podendo modificar áreas de alimentação, de reprodução, e até o período de maturação sexual (Braga et al 2012.;Correa e Winemiller 2014, Mortillaro et al. 2015; Prudente et al, 2016).

O pulso de inundação é regulado diretamente pelo período climático de maiores precipitações pluviométricas, que encharcam as áreas marginais ao rio aumentando a influência da lâmina d’água e criando ambientes diversos, aonde de acordo com Budke (2007) a biota se distribui em função das suas peculiaridades, adquiridas ao longo do processo de seleção natural e refletindo as flutuações climáticas ocorridas ao longo dos anos.

No Brasil os exemplos clássicos dessas áreas inundáveis são as várzeas da bacia amazônica e a planície aluvial do pantanal, ambas apresentando ritmo sazonal (regulares) de alagamento.

Prudente et al (2016) observaram que o pulso de inundação é um fator de extrema importância para a ecologia alimentar da espécie de peixe *Serrasalmus gouldingi*, uma vez que em função da sazonalidade a espécie modifica seus hábitos alimentares e estrategicamente passa a ser generalista em função da oferta de alimentos em cada período climático. O mesmo comportamento foi observado por Correa e Winemiller (2014) para outras espécies amazônicas.

Cantanhêde et al (2016) ao estudarem a espécie *Hassar affinis* detectaram que os picos reprodutivos dependem dos picos pluviométricos, assegurando que as chuvas influenciam diretamente na reprodução daquela espécie na baixada maranhense, em uma região de várzea.

Essa descrição, da influência climática na reprodução de peixes vêm sendo destacada na região amazônica, aonde têm-se relacionado o início das chuvas com a formação das áreas inundáveis e conseqüente aumento na disponibilidade alimentar e crescimento de larvas e juvenis, além do destaque que o período chuvoso vem recebendo no desencadeamento das desovas (Santos 1982; Leão et al. 1991; Menezes e Vazzoler 1992; Sánchez-Botero e Araújo-Lima 2001; Leite et al. 2006).

O conhecimento desses comportamentos que são influenciados por padrões climáticos, são relevantes para traçar as estratégias de conservação e gestão dos ecossistemas aquáticos e de toda a comunidade íctia associada, visando além do equilíbrio ecossistêmico a manutenção de estoques pesqueiros.

3.3 Caracterização da precipitação no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Itapecuru

Os dados levantados para o estudo constituem uma série homogênea, ou seja, não há descontinuidade em seu comportamento. Sendo possível determinar que as precipitações apresentam-se reguladas por um padrão bem definido, com chuvas que se iniciam no mês de janeiro e se estende até o mês de junho (Figura 2).

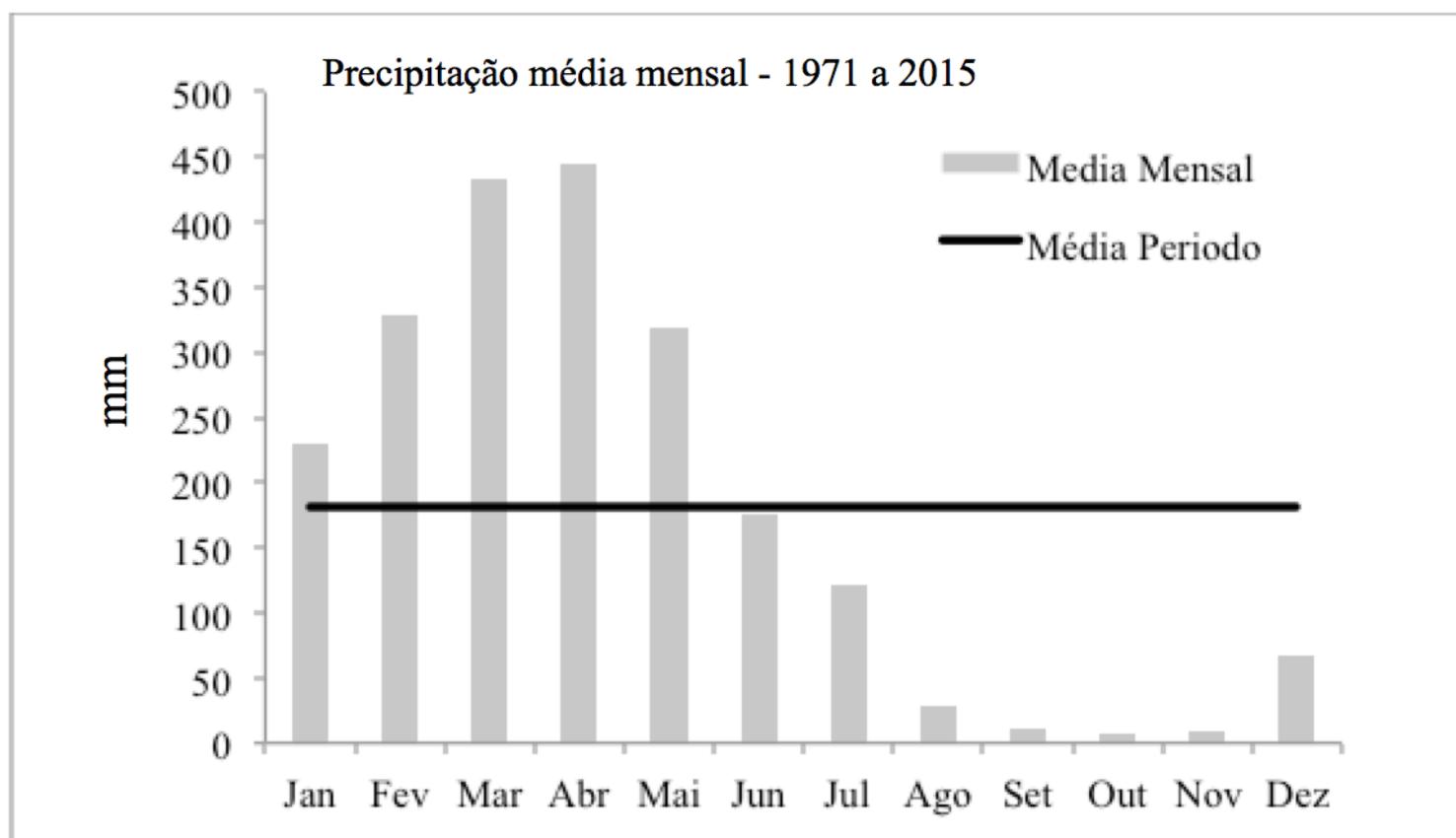


Figura 2: Representação gráfica dos valores médios de precipitação mensal (mm) no período de 1971 a 2015 para o baixo curso do rio Itapecuru.

A partir do mês de julho as precipitações diminuem e se inicia o período seco que se estende até metade do mês de dezembro. Essa dinâmica climática foi observada por Lemos (2002) para a bacia hidrográfica do Itapecuru, o qual caracterizou que existem duas estações bem distintas, uma seca e outra chuvosa, destacando ainda que as precipitações podem variar de 1000 a 1500 mm por ano. Nessa descrição o autor considera a precipitação na bacia de forma homogênea, e ignora que exista no baixo curso do rio, um regime pluviométrico diferenciado, havendo indícios de que é o segmento com maior precipitação da bacia hidrográfica.

Alcântara (2004) considera que essa bacia situa-se em uma zona de transição dos climas semiáridos do interior do nordeste para os úmidos equatoriais da Amazônia. Na região do baixo curso o clima úmido se estende até a foz do rio, onde são registradas as mais altas precipitações da bacia, que variam de 1.600 a mais de 2.000 mm durante seis meses (dezembro a junho), enquanto os meses menos chuvosos se concentram no intervalo de julho a novembro.

A análise mensal da série histórica evidencia como as precipitações estão distribuídas ao longo do período, sendo possível destacar os intervalos de maior e menor precipitação. Para o mês de janeiro, a série revela uma precipitação média de 230 mm para todo período. Com mínima de 16 mm no ano de 2007 e máxima de 503,5 mm no ano de 1985 (Figura 3).

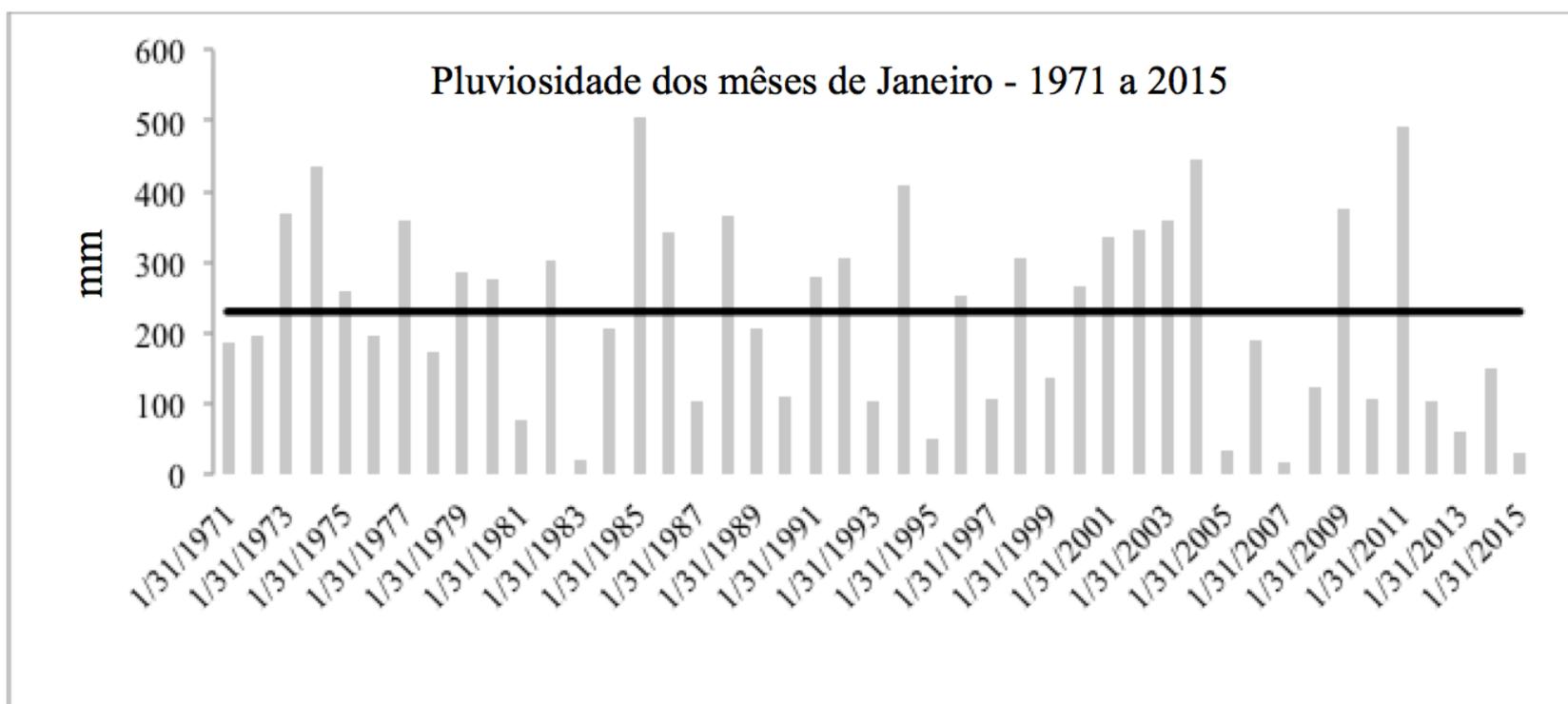


Figura 3: Série histórica de precipitação para todos os meses de janeiro da série, a linha preta representa a média mensal do período.

Os meses de fevereiro, março, abril e maio representam os mais chuvosos ao longo do ano, sempre com precipitações médias que ultrapassam os 300 mm, figura 4.

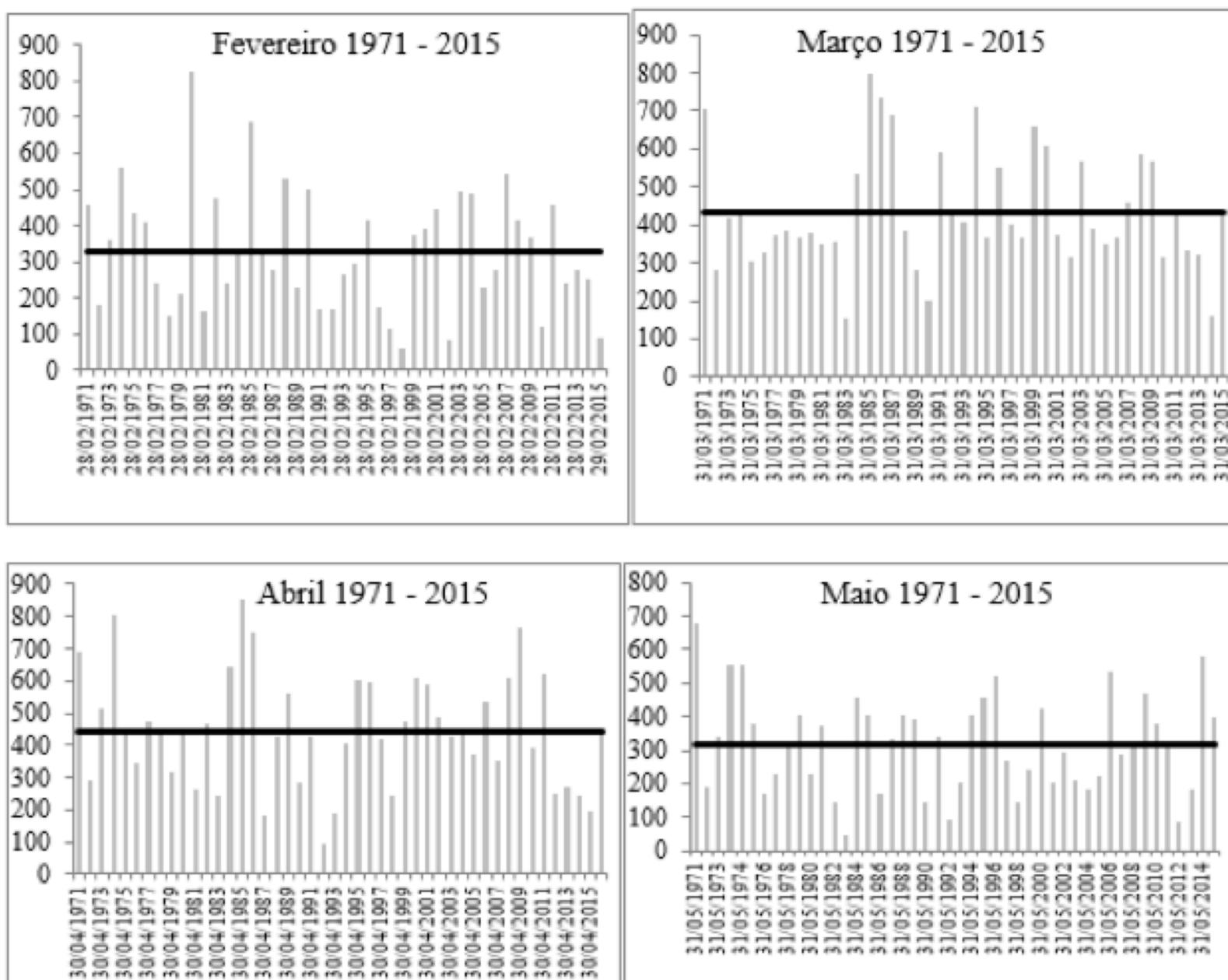


Figura 4: Representação gráfica da precipitação (mm) nos meses mais chuvosos.

As médias totais acumuladas nos 44 anos de observação da série correspondem a 98.027,20

mm. Dos quais aproximadamente 70 % são representados pelo quadrimestre, que se estende de fevereiro a maio.

Molion e Bernardo (2002) caracterizam que a estação chuvosa principal no norte e nordeste brasileiro se estende de fevereiro a maio, sendo a ZCIT – Zona de Convergência Intertropical o principal fenômeno responsável pelas chuvas. Destacam ainda que a produção de chuvas nessa região está associada, além da ZCIT, com a convergência de umidades (brisas e POAS), a convecção local, e raramente a influência direta de frentes frias.

Os meses efetivamente mais secos são setembro, outubro e novembro (Figura 5) cujas médias não ultrapassam 11mm, enquanto a média da precipitação total acumulada é de 4.237,1 mm, representando 1,24% da média cumulada da série, que é de 2.180,46 mm, para esse trimestre.

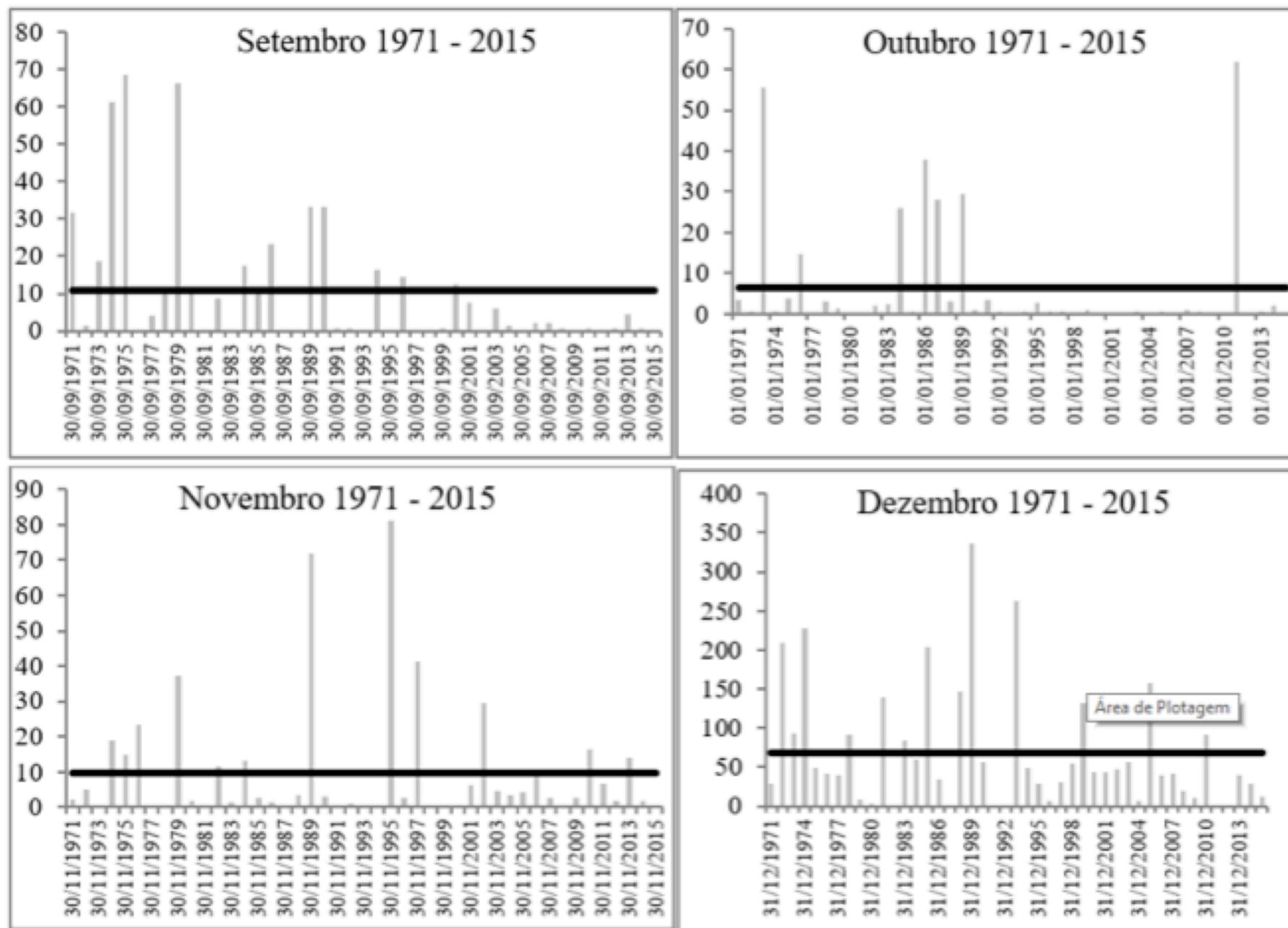


Figura 5: Representação das médias de precipitação total (mm) para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro para o baixo curso do rio Itapecuru.

O mês de dezembro revelou a precipitação mais representativa de média acumulada do período seco, que totalizou 3038,5 mm, representando 3% da média total observada do período estudado. No ano de 1989 ocorreu o dezembro mais chuvoso da série histórica observada com média de 335,2 mm.

Os valores de precipitação média mensal, porcentagem em relação ao total anual, desvio padrão e coeficiente de variação, estão apresentados na Tabela I.

Tabela 1. Precipitação média (Pm), porcentagem da média em relação ao total anual (Pm/Ptotal), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV) para precipitações ocorridas de 1971 - 2015.

Mês	Precipitação Média (mm)	Porcentagem da Média em relação ao Total Anual (%)	Desvio Padrão (s)	Coefficiente de Variação (CV)
Setembro	~11	~0,24		
Outubro	~7	~0,16		
Novembro	~10	~0,24		
Dezembro	~70	~3,0		

Período	Mês	Pm(mm)	Pm/Ptotal(%)	s	CV(%)
Chuvoso	Jan	230,1	10,5	135	58,7
	Fev	328,6	15,0	166	50,5
	Mar	433,16	19,8	151	35
	Abr	445,61	20,4	178	40
	Mai	318,49	14,6	147	46,2
	Jun	177,7	8,1	84	47,2
Seco	Jul	122,8	5,6	70	57
	Ago	27,8	1,2	28	100
	Set	10,7	0,5	17	159
	Out	6,54	0,3	14	214
	Nov	10	0,4	17	170
	Dez	69	3,1	77	111,5

Fonte: Autor

Entre os meses de agosto e dezembro o coeficiente de variação (CV) foi elevado, mostrando a variabilidade de precipitação mensal na região no período seco. Ao analisar a série estudada para o mês de agosto observou-se anos de alta e baixa precipitação intercalados. Em 1983 ocorreu a maior precipitação do período com média igual a 113,5 mm, a segunda maior ocorrência é do ano de 1996 com média de 88,1 mm. Nesse intervalo de 23 anos entre as maiores precipitações, ocorreram episódios de baixas precipitações nos anos de 1976, 1981, 1983, 1992 e 1995 com médias de 0,6 mm, 0,7 mm, 1,4 mm, 0,2 mm e 6,5 mm. No ano de 1997 não houve precipitação registrada para esse mês.

A figura 6 apresenta a variabilidade do coeficiente de variação mensal da precipitação pluviométrica no período observado.

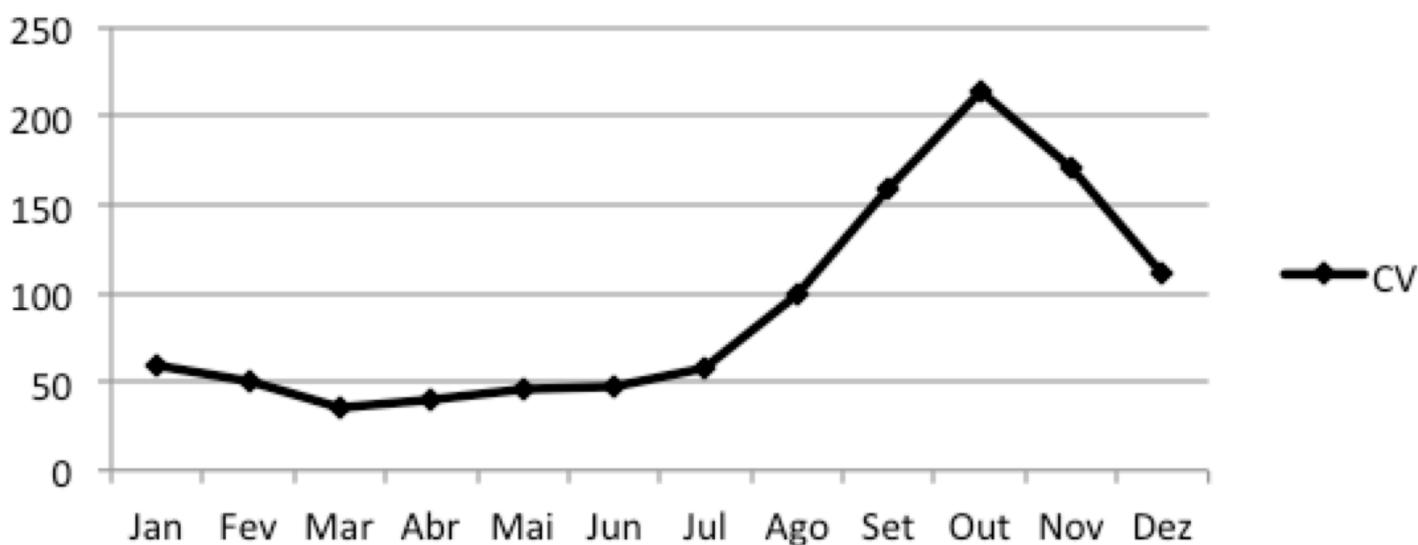


Figura 6: Coeficiente de variação da precipitação mensal do período de 44 anos para a região do baixo curso do rio Itapecuru.

Nos meses de setembro, outubro e novembro foram observados a ausência de precipitação em vários anos da série, no mês de outubro o CV mais elevado. A análise detalhada desse trimestre possibilitou identificar que de 1971 a 1981 houve apenas dois meses de precipitação acima da média (1973 e 1976), enquanto que entre 1982 a 1992 ocorreram em quatro anos precipitações acima da média (1985, 1986, 1988 e 1989). Já do período de 1993 até 2015, apenas no ano de 2011 houve precipitação significativa, sendo esta a maior média de todo o período de observação. Na figura 7 pode ser visualizada a distribuição anual de precipitação de todo o período estudado.

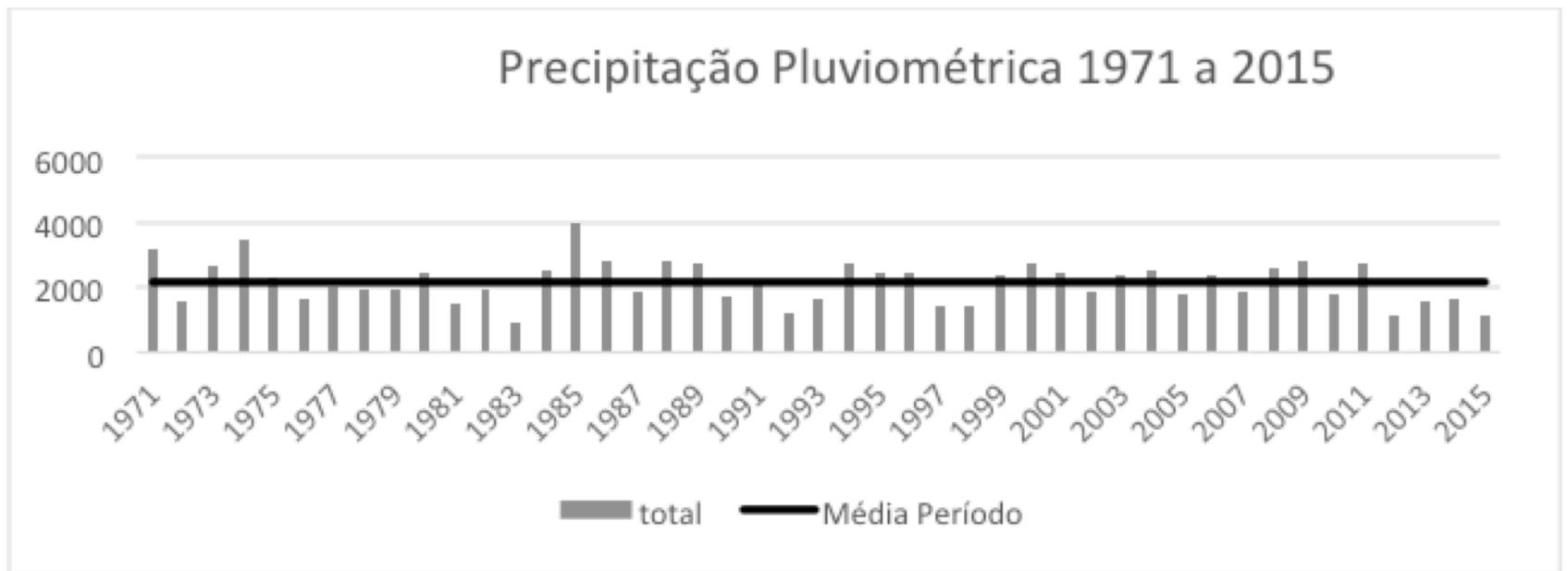


Figura 7: Médias de precipitação anual da série pluviométrica observada.

Foi possível identificar que padrões de precipitação pluviométrica estão se modificando ao longo do tempo. Do período de 1971 a 1980 cinco anos apresentaram precipitação acima da média do período, e cinco abaixo, intercalando-se os anos de altas e baixas precipitação. Nos anos de 1973, 1974 e 1975 as médias anuais estiveram acima da média do período, sendo identificado um padrão de precipitações elevadas por três anos consecutivos que se repetia a cada oito anos ocorrendo ainda em 1984, 1985 e 1986 e nos anos de 1994, 1995 e 1996. Esse padrão foi modificado, após passados três anos do último triênio, quando as precipitações voltaram a acontecer consecutivamente nos anos de 1999, 2000 e 2001, antecipando 5 anos em relação ao padrão esperado.

Findado este último triênio, o padrão começou a ser de dois anos consecutivos de precipitações elevadas, intercalado a um ano de baixa pluviosidade. Este padrão foi observado nos anos de 2003 e 2004 quando a precipitação foi elevada, sendo reduzida em 2005 e registrando valores acima da média para os anos de 2008 e 2009. Baixas precipitações voltaram a ocorrerem 2010.

Para as anomalias de precipitações abaixo da média, observou-se para o primeiro decênio quatro anos consecutivos de pluviosidade muito baixa (1976, 1977, 1978, 1979). Logo em seguida mais três anos de precipitações menos significativas 1981, 1982 e 1983. No entanto, para os anos seguintes não foi observada uma alternância de baixas precipitações intercaladas com valores elevados. O padrão de quatro anos de baixas precipitações se repetiu nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015, trinta e dois anos após o último quadriênio. A variabilidade anual da precipitação está apresentada na figura 8.

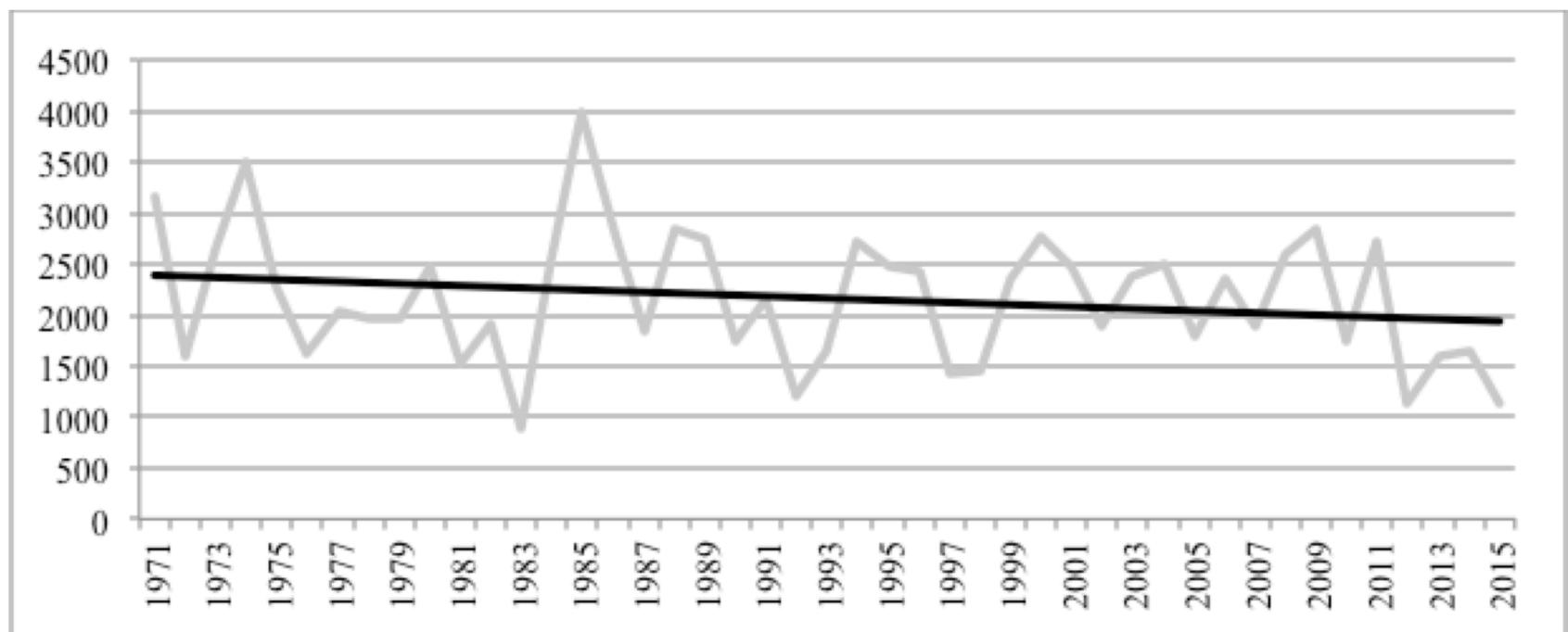


Figura 8: variabilidade anual da precipitação no período de 1971 a 2015.

As precipitações apresentaram flutuações com o decorrer dos anos, intercalando anos chuvosos e anos secos, revelando os anos de picos de alta e baixa precipitação e a aproximação ou afastamento em relação à média do período.

Em anos de El Niño (EN) e La Niña (LN) a precipitação sobre o nordeste brasileiro apresenta alta variabilidade, o que demonstra uma relação direta de causa e efeito (LUCENA et al, 2011). Os autores destacam que em anos de EN o impacto sobre a sub-região 1 (área que representa o norte do nordeste brasileiro, e na qual está inserido o estado do Maranhão) é caracterizado por anomalias negativas (período de secas) como descrito na literatura (MOLION e BERNARDO, 2002; PEZZI e CAVALCANTI, 2001).

Em anos de LN, observou-se dois períodos com impactos contrastantes. Antes de 1976, com predomínio de anomalias de precipitação negativas (redução das chuvas), e após com anomalias positivas (chuvas acima da média climatológica). Registrou-se, também, valores mais elevados que o período anterior, fato que podem estar relacionados às mudanças ocorridas nesta época (segunda metade do século 20) tais como, mudança na fase da Oscilação Decadal do Pacífico (Graham, 1994; Stenseth et al., 2003) e mudança na fase da Oscilação do Atlântico Norte (HURRELL e VAN LOON, 1997; STENSETH et al., 2003; WAINER et al., 2008).

Ao estudar a variabilidade e para que não haja uma interpretação equivocada de resultados é necessária uma detecção prévia da variabilidade climática no país em escalas de tempo mais extensas possíveis (MARENGO, 2006). Essa medida é necessária para servir de base para a análise do clima futuro, em uma tentativa de separar a variabilidade natural observada, da variabilidade forçada por atividades humanas que induzem a mudanças climáticas.

Nesse sentido a variabilidade, destacada neste estudo, poderá ser utilizada como parâmetro de comparação quando ocorrer intensificação de atividades que modifiquem o clima da região, partindo da hipótese que as atividades desenvolvidas na área estudada ainda não constituem grandes modificações no clima local, e que o ambiente consegue manter sua resiliência natural.

Para melhor entendimento e visualização são mostrados na tabela 2 as médias acumuladas em cada ano, com destaque para os anos em que a precipitação extrapolou a média do período.

Tabela II: Médias acumuladas com destaque para anos mais chuvosos da série.

Anos	Precipitação Média Total						
1971	3173,7	1982	1926,7	1993	1637,5	2004	2496,8

1972	1586,3	1983	883,7	1994	2720,2	2005	1803,3
1973	2651,2	1984	2551,7	1995	2470,1	2006	2354,2
1974	3508,1	1985	3981,3	1996	2419,2	2007	1899
1975	2276,5	1986	2823,2	1997	1421,2	2008	2599,8
1976	1611	1987	1833,2	1998	1459,8	2009	2847,8
1977	2025,8	1988	2843,4	1999	2366,2	2010	1755,6
1978	1970,6	1989	2755,6	2000	2765,2	2011	2713,3
1979	1961,8	1990	1753,6	2001	2479,6	2012	1133,2
1980	2478,5	1991	2167,6	2002	1888,4	2013	1594,2
1981	1518,8	1992	1198,4	2003	2370,5	2014	1652,3
						2015	1137,8

As anomalias de precipitações obtidas anualmente para o período de 1971 a 2015 estão representadas na figura 9, juntamente com a linha de tendência e a média do período. De modo geral os dados indicam que as chuvas apresentam uma leve tendência de diminuição na região.

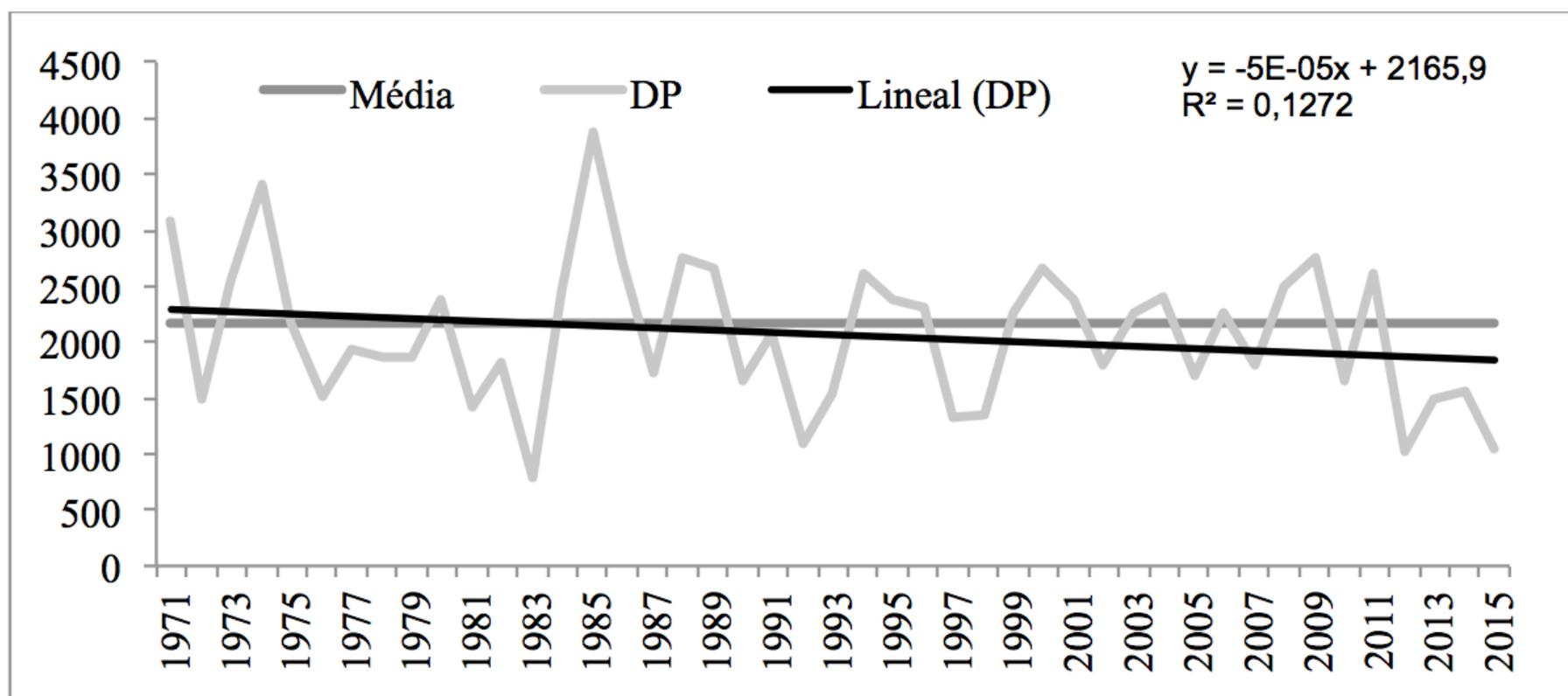


Figura 9: Anomalias de precipitação, linha de tendência e média do período.

A sistematização dos dados permitiu inferir que as precipitações tendem a diminuir, passando de aproximadamente 2500 mm para 2000 mm. Essa diminuição contribuiu para a modificação

dos sistemas naturais, como exemplo, o ciclo hidrológico, áreas inundáveis, períodos de reprodução de espécies, etc.

Essas anomalias de chuvas influenciam nas vazões dos rios, o que por sua vez pode alterar a distribuição e diversidade das espécies. Marengo (2006) realça que as anomalias de chuva observadas no Brasil e na América do Sul refletem as anomalias de vazões de rios. Dettinger et al., (2000) exemplificam que as vazões de rios no Sul do Brasil apresentam valores mais baixos durante anos de La Niña, enquanto que durante El Niño as vazões são maiores. Já para a região Amazônica o El Niño determina anos com vazões menores que o normal, enquanto que La Niña determina vazões maiores que o normal.

Molion e Bernardo (2002) explicam que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o nordeste brasileiro, tanto em escala espacial quanto temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico. O impacto causado pelo fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), um exemplo de perturbação climática de escala global, pode ser sentido principalmente pela modificação no regime e no total de precipitação que, dependendo da intensidade do evento, pode resultar em secas severas, interferindo, de forma expressiva, nas atividades humanas.

A tendência de diminuição das chuvas na região do baixo curso do rio Itapecuru deve ser analisada em função não só da ZCIT mas de todos os fenômenos naturais que influenciam a precipitação no local, além das interferências de atividades humanas como por exemplo, desmatamento e atividades associadas ao uso da terra, como a agricultura e construção de grandes cidades que podem de acordo com Marengo (2006) modificar o clima regional e global.

A interferência das características climáticas na ocorrência e distribuição de espécies é basilar para as discussões sobre biodiversidade. O IPCC (2001) evidenciou que eventos extremos como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, têm afetado diferentes partes do planeta e produzido enormes perdas econômicas e de vidas.

No Brasil o furacão Catarina em março 2004, a seca da Amazônia em 2005 e as secas já observadas no Sul do Brasil em 2004, 2005 e 2006, são exemplos desses eventos extremos. Merece destaque ainda a recente crise hídrica que assolou principalmente o estado de São Paulo no ano 2014 e se estende até os dias atuais.

Esses episódios trazem, outros impactos relacionados, como alterações na biodiversidade, aumento no nível do mar, modificações das potencialidades da agricultura e da geração de energia hidrelétrica que já podem estar afetando o Brasil, assim como o restante do planeta. Nesse contexto é indispensável que as pesquisas possam relacionar aumento, diminuição ou a existência de um padrão contínuo na ocorrência e distribuição das espécies em função das modificações climáticas locais, estando atento para as progressões desses cenários e a amplitude dos impactos sobre a biodiversidade.

4. Considerações finais

A precipitação pluviométrica para a área de estudo é bem definida, existindo uma estação chuvosa e outra seca.

Para a região são registrados altos níveis de precipitação pluviométrica, o que pode indicar que não há limitações hídricas. No entanto, foi observada uma tendência de diminuição das precipitações no decorrer dos anos, o que a longo prazo poderá modificar esse cenário de excedente hídrico.

Conforme já descrito na literatura especializada, o clima influencia a sistemáticas dos ambientes aquáticos, controlando os pulsos de inundação. Essas áreas sazonalmente inundáveis, ampliam a distribuição das comunidades íctias, aumentando a oferta alimentar e controlando a reprodução dessas espécies. Diante de cenários de modificação climática que destacam a diminuição das precipitações pluviométricas no baixo curso da bacia hidrográfica do

rio Itapecuru e sob a iminência de modificações nos ambientes inundáveis, impactos significativos podem ocorrer sobre a comunidade de peixes local, sobre a qual não se têm conhecimento aprofundado.

Diante do exposto sugere-se que sejam desenvolvidos estudos que possam caracterizar as comunidades de peixes da área estudada e relacionar quais os potenciais impactos que possam ser ocasionados a elas na iminência dessas modificações pluviométricas locais. Essa associação de conhecimento é positiva para o planejamento estratégico da área, proporcionando o entendimento de como os comportamentos anômalos podem influenciar toda a dinâmica de funcionamento natural local e quais as consequências para o ambiente, manutenção da biodiversidade das comunidades de peixes e na economia e desenvolvimento social.

Agradecimentos

Agradecimentos à Universidade Federal do Maranhão- UFMA, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Laboratório de Ictiologia, Laboratório de Informática, Laboratório de Entomologia Forense, ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia – BIONORTE, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão – FAPEMA.

Referências bibliográficas

- ADAM, K.N.; ROGENES, P.; FAN, F.M.; COLLISCHONN, W.; BRAVO, J.M. *Mudanças climáticas e vazões extremas na bacia do rio Paraná*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n. 4, p. 999-1007. 2015.
- ALCANTARA, Enner Herenio de. *Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. Maranhão – Brasil*, Caminhos da Geografia. 7 (11) 97-113, fev/2004. Disponível em: www.igufubrcaminhosdageografia.html.
- ALMEIDA, A. Q.; RIBEIRO, A.; PAIVA, Y. G.; RASCON, N. JR. L & LIMA, E. P. 2011. *Geoestatística no estudo de modelagem temporal da precipitação*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 15, n4, p 354-358. Campina Grande – PB.
- ANA (BRASIL). Centro de Gestão e estudos estratégicos (CGEE). Estudos relativos às mudanças climáticas e recursos hídricos para embasar o plano nacional de adaptação às mudanças climáticas. Fundamentos conceituais – mudanças climáticas e adaptação no setor de recursos hídricos. Fortaleza- CE. 2014. 130 p.
- ASSIS, J.M.O.; LACERDA, F.F.; SOBRAL, M.C.M. *Análise de detecção de tendências no padrão pluviométrico na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe*. Revista Brasileira de Geografia Física, v.2, p.320-331, 2012.
- BARROS, D.F & ALBERNAZ, A. L. M. 2014. *Possible impacts of climate change on wetlands and its biota in the Brazilian Amazon*. Braz. J. Biol., 2014, vol. 74, no. 4, p. 810-820.
- BRAGA, R.R.; BORNATOWSKI, H.; VITULE, J.R.S. 2012. *Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 22: 915–929.
- BUDKE, J. C. Pulso de inundação, padrões de diversidade e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de pós graduação em Botânica. UFRGS, Porto Alegre. 2007.
- CANTANHEDE, L. G; CARVALHO, I. F. S.; SANTOS, N. B e ALMEIDA, Z. S. 2016. *Biologia reprodutiva do Hassar affinis (Pices: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil*. Acta Amazônica, Vol 46 (2). 219-226 p.
- CERA, J.C e FERAZ, S. E. T. 2015. *Variações climáticas na precipitação no Sul do Brasil no clima presente e futuro*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 1, 81 – 88.
- CORREA, S.B.; WINEMILLER, K.O. 2014. *Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest*. Ecology, 95: 210–224.

- GRAHAM, N. E. *Decadal-scale climate variability in the tropical and North Pacific during the 1970s and 1980s: Observations and model results*. Climate Dynamics, vol. 10: 135-162, 1994.
- HURRELL, J. W.; van LOON, H. *Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation*. Climatic Change, vol. 36, pp. 301-326, 1997.
- IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate change 2014: working group II: Impacts, adaptations and vulnerability. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/index.htm>. Acesso em: outubro de 2016.
- IBGE (1998). Subsídios ao Zoneamento Ecológico-Econômico da Bacia do Rio Itapecuru. Diretrizes gerais para ordenação territorial. Rio de Janeiro. 183p.
- LEÃO, E.L.M.; LEITE, R.G.; CHAVES, P.T.C.; FERRAZ, E. 1991. *Aspectos da reprodução, alimentação e parasitofauna de uma espécie rara de piranha Serrasalmus altuvei, Ramíres, 1965 (Pisces: Serrasalmodae) do baixo Rio Negro*. Revista Brasileira de Biologia, 51: 545-553.
- LEITE, R.G.; SILVA, J.V.V.; FREITAS, C.E. 2006. *Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil*. Acta Amazonica, 36: 557-562.
- LEMOS, D. C. Levantamento da problemática ambiental nas nascentes do rio Itapecuru. Parque Estadual do Mirador - MA. Degeo, UFMA. 2002. PERSPECTIVA DE CONTINUIDADE OU DESDOBRAMENTO DO PROJETO
- LUCENA, D.B; GOMES FILHO, M. F & SERVAIN, J. 2011. *Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos pacífico e atlântico sobre a estação chuvosa no nordeste do brasil*. Revista Brasileira de Meteorologia. V 26. N02. P 297-312
- MARANHÃO. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento. Atlas do Maranhão. São Luís, 2006.
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI – IBAMA, Brasília: MMA, 2006.
- MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHOU, S. C.; TOMASELLA, J.; SAMPAIO, G.; ALVES L. M.; OBREGÓN, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS, R.; KAY, G. Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil: análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. Projeto colaborativo realizado pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Brasil e o Met Office Hadley Centre (MOHC), do Reino Unido. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, BRA e Met Office Hadley Centre, U.K.: 2011. 55p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA, 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos Ministério de Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos Agência Nacional de Água. 143p.
- MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. *Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro*. Revista Brasileira Meteorologia, 17(1)1-10, 2002.
- NOBREGA, R. S. Modeling impacts of deforestation in water resources of river basin Jamari (RO) using data surface and TRMM. D.Sc. Thesis. Federal University of Campina Grande, Paraíba, Brasil. 2008. 212p.
- NUGEO - NUCLEO GEOAMBIENTAL. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. Bacias Hidrográficas - Subsídios para o Planejamento e a Gestão Territorial. 47p. São Luís-MA. 2011.
- PEZZI, L. P., CAVALCANTI, I. F. A. *The relative importance of ENSO and tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South América: a numerical study*. Climate Dynamics, v. 17, p. 205-212, 2001
- PINHEIRO, A.;GRACIANO, R. L. G & SEVERO, D.L. 2013. *Tendências das séries temporais de*

precipitação da região sul do brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.3, 281 - 290, 2013.

PRUDENTE, B. S.; CARNEIRO-MARINHO, P.; VALENTE, R.M.; MONTAG, L.F.A. 2016. *Feeding ecology of Serrasalmus gouldingi (Characiformes: Serrasalminidae) in the lower Anapu River region, Eastern Amazon, Brazil*. Acta Amazônica, v 46 (3). 259-270.

SÁNCHEZ-BOTERO, J.I.; ARAÚJO-LIMA, A.C.R.M. 2001. *As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas*. Acta Amazonica, 31:437-447.

SANTOS, G.M. 1982. *Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de "aracus" e considerações sobre o grupo no lago Janauacá, AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae)*. Acta Amazonica, n 12. 713-739 p.

SILVEIRA, C. S. ; SOUZA FILHO, F. A., CABRAL, S.L.. Análise das Projeções de Precipitação do IPCC-AR4 para os Cenários A1B, A2 e B1 para o Século XXI para Nordeste Setentrional do Brasil. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, p. 117-134, 2013.

SILVIA, D.J & CONCEIÇÃO, G.M. (2011). *Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão, Brasil*. SCIENTIA PLENA VOL. 7, NUM. 1. 26p.

SILVA, F.B; SANTOS, J.R.N; FEITOSA, F.E.C.S; SILVA, I.D.C; ARAUJO, M.L.S; GUTERRES, C.E; SANTOS, J.S; RIBEIRO, C.V; BEZERRA, D.S e NERES, R.L. 2016. *Evidências de Mudanças Climáticas na Região de Transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 3, 330-336.

STENSETH, N. C. et al. Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. Proceeding Royal Society London, Published online, doi: 10.1098/rspb.2003.2415., 10 pp, 2003.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (E.D). Climate change 2007: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University, p.996, 2007.

TEJADAS ET AL. 271 Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, University Press, 2013. 1535 p.

TEJADAS, B.E; BRAVO, J.M; SANAGIOTTO, D.G; TASSI, R e MARQUES, D,M,L,M. 2016. *Projeções de vazões afluentes à lagoa mangueira com base em cenários de mudanças climáticas*. Revista Brasileira de Meteorologia, v31. n 3, 262-272

WAINER, I.; SERVAIN, J.; CLAUZET, G. Is the decadal variability in the tropical Atlantic a precursor to the NAO? Annales Geophysicae. vol. 26, pp. 4075-4080, 2008.

WALTHER, G.R.; POST, E.; CONVERY, P.; MENZEL A. Ecological responses to recent climate change. Nature, v. 416, p. 389-395, 2002.

WALTER, H. 1984. Vegetação e Zonas Climáticas. EPU, São Paulo, 1986.326p.

WMO 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. 7th edition, nº8. Disponível em:

http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO%20Guide%207th%20Edition,%202008/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.pdf

1. Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Maranhão (PPGBIONORTE/UFMA); veve.unifap@gmail.com

2. Professor Titular da Universidade Federal do Maranhão (DEOLI/UFMA), Mestrado e Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental: alec@ufma.br

3. Professor Titular da Universidade Federal do Maranhão (CCBS/UFMA) Mestre em entomologia e Doutor em Ciências Biológicas

4. Mestrando em Saúde e Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão (PPGSA).

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 29) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados