



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E OBTENÇÃO DE HIDROGRAMA E CURVA DE PERMANÊNCIA DA BACIA DO RIO URAIM, EM PARAGOMINAS/PA.

Resumo: A bacia hidrográfica consiste como uma unidade básica de planejamento ambiental, principalmente no que concerne aos recursos hídricos. Deste modo, este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de dados morfométricos e informações pluviométricas e fluviométricas para elaboração de curva de permanência e hidrograma da bacia do Rio Uraim, localizado no município de Paragominas-PA. Para a obtenção dos resultados morfométricos foi utilizada a ferramenta SIG e para a construção do hidrograma e curva de permanência foram utilizados dados da estação Cafezal, na série histórica entre os anos de 1993 a 2006, disponível no Hidroweb, site da Agência Nacional de Águas (ANA). Como resultados obtidos, verificou-se que a bacia do Rio Uraim apresenta fator de forma circular e tempo de concentração lento, estando sujeita a ocorrência de enchentes. Em relação as análises dos dados pluviométricos e fluviométricos, os resultados revelaram uma grande correlação entre os eventos de chuvas e seus picos, com os momentos que ocorreram as maiores vazões, sendo mais evidente no ano 1996. Com base nos resultados encontrados, as informações levantadas de morfometria relacionando com dados de chuva e vazão permite o direcionamento para ações em nível de planejamento e comportamento da bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Planejamento ambiental, Morfometria, Curva de permanência.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION AND OBTAINMENT OF HYDROGRAM AND PERMANENCE CURVE OF THE RIVER BASIN OF URAIM, IN PARAGOMINAS / PA.

Abstract: *The river basin consists of a basic unit of environmental planning, especially with regard to water resources. Therefore, this work has the objective of surveying morphometric data and pluviometric and fluviometric information for the elaboration of the permanence curve and hydrograph of the Uraim River basin, located in the municipality of Paragominas-PA. To obtain the morphometric results, the GIS tool was used and for the construction of the hydrograph and permanence curve data from the Cafezal station were used in the historical series between 1993 and 2006, available at Hidroweb, website of the National Water Agency ANA). As results obtained, it was verified that the Uraim River basin presents a circular form factor and slow concentration time, being subject to the occurrence of floods. In relation to the rainfall and fluviometric data, the results revealed a great correlation between rainfall events and their peaks, with the moments that occurred the highest flows, being more evident in the year 1996. Based on the results found, the information collected of morphometry relating to rainfall and flow data allows the targeting of actions at the level of planning and behavior of the river basin.*

Keywords: *Hydrographic basin, Environmental planning, Morphometry, Permanence curve.*

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica consiste como uma unidade básica de planejamento ambiental, principalmente no que concerne aos recursos hídricos. De acordo com Tucci (2002), bacia hidrográfica consiste em uma área de captação natural da água de precipitação, o escoamento converge para um único ponto de saída. Deste modo, a bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que fluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Para que seja possível conhecer as características de uma bacia hidrográfica faz-se necessário realizar o levantamento das sub-bacias que a compõe, assim como, diversos aspectos físicos, como a área de drenagem, a forma da bacia, a declividade da bacia e do Rio, o tipo de relevo, o índice de drenagem, o tempo de concentração e o tipo de uso e ocupação do solo.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento visando à conservação dos recursos hídricos e a utilização deste recurso de forma consciente é uma das principais ferramentas para minimizar os impactos sofridos nos rios e desta forma realizar a gestão e a resolução de conflitos relacionados à questão hídrica.

Neste contexto, de acordo com Prudente (2007) o levantamento do uso e ocupação do solo é fundamental para analisar a forma pela qual determinado espaço está sendo ocupado, de modo que, através da verificação da utilização do solo em determinada área seja possível realizar o diagnóstico do uso da terra e propor medidas para ocupação e desenvolvimento da região, respeitando o contexto ambiental e a utilização dos recursos hídricos.

Este trabalho teve como objetivo realizar o levantamento dos dados morfométricos e informações pluviométricas e fluviométricas para elaboração de curva de permanência e hidrograma da bacia do Rio Uraim, localizado no município de Paragominas no estado do Pará.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

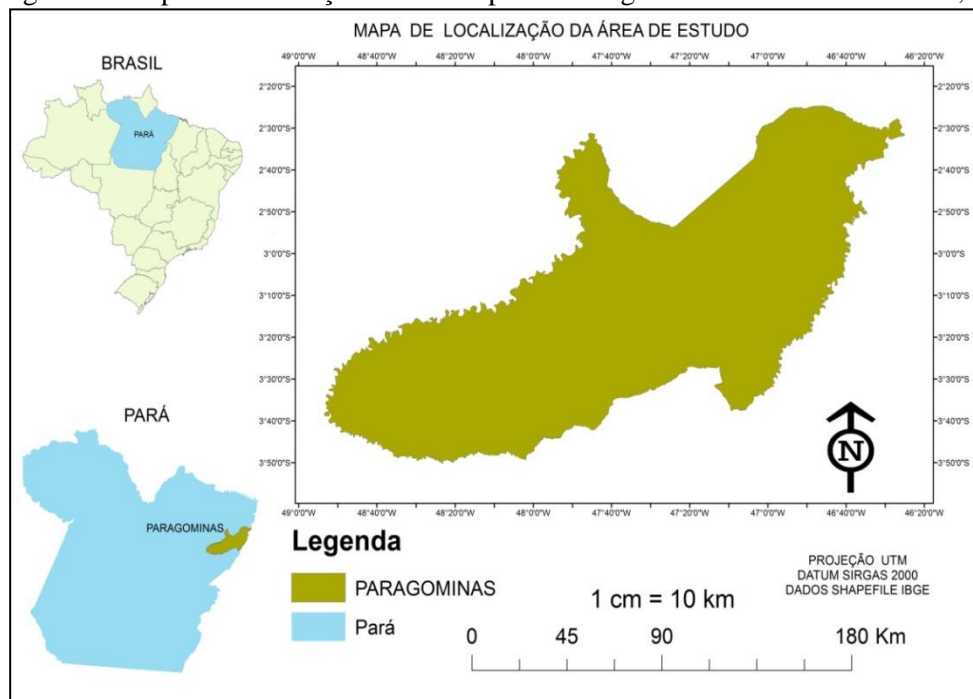
qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



2. METODOLOGIA UTILIZADA

O município de Paragominas está localizado no nordeste paraense, inserido na mesorregião sudeste do Estado, Figura 1. O município dispõe de uma área total de 19.309,09 km², o que corresponde a cerca de 1,5% do território paraense. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) estima-se a população do município em 97.819 habitantes em 2015.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Paragominas-PA. Fonte: Autores, 2018.



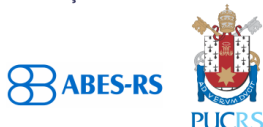
Fonte: Autores, 2018.

Prevalece no município as atividades econômicas como a agricultura de pequena, média e grande escala, pecuária, atividade madeireira, produção de carvão, reflorestamento e mineração de bauxita. Essas atividades são as principais responsáveis pela fonte do Produto Interno Bruto e de empregos do município. A bacia hidrográfica está inserida tanto na área rural como na urbana, caracterizando uma bacia mista. Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE (2010), a bacia do Rio Uraim localiza-se em área com nível de devastação bastante significativo, tem-se uma área de total próximo a 45.000 km², dos quais cerca de 23.000km² já foram desmatados, o que equivale a mais de 50% da área.

A bacia possui duas estações, uma pluviométrica e outra fluviométrica, denominadas Cafezal, de responsabilidade da Agência Nacional das Águas - ANA. Como a bacia possui apenas uma estação pluviométrica e uma fluviométrica, essas foram selecionadas para o estudo da precipitação e vazão, não seguindo o critério estabelecido de série contínua, comprimento igual ou superior a 30 anos e período de falhas contínuas inferior a 12 meses, como recomendado nas literaturas. As estações estão localizadas na Bacia Atlântico, trecho norte/nordeste, sub-bacia dos rios Gurupi, Turiaçu e outros.

Os parâmetros de análise morfométrica da bacia foram calculados, a partir das características geométricas, de relevo e das características da rede de drenagem. Com uso dos dados do Shuttle Radar Topographu Mission (SRTM), foi obtido o modelo digital de elevação (DEM) da

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

região de estudo junto ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), possuindo informações disponíveis para a América do Sul, com resolução espacial de 30 m e elipsoide de referência WGS84. Foi realizada a conversão para o South American Datum (SAD 1969) com auxílio de ferramenta GIS. Foram determinados os parâmetros que contemplam as características geométricas (área da bacia, fator forma, índice de compacidade, índice de circularidade e forma da bacia, as características da rede de drenagem (comprimento do rio principal, comprimento total dos canais, rede de drenagem e ordenação) e característica do relevo (declividade equivalente e tempo de concentração).

O processo de delimitação foi desenvolvido em ferramenta SIG, juntamente com extensões adicionais. A metodologia de delimitação foi constituída em quatro etapas, sendo: preenchimento de depressões (“fill sinks”), direção de fluxo (“flow direction”), fluxo acumulado (“flow accumulation”) e delimitação de bacias (“Watershed”) (DIAS et al, 2004). O Quadro 2 apresenta os parâmetros aplicados para a caracterização morfométrica da bacia do Rio Uraim. Como Parâmetro de referência para classificação da densidade de drenagem, será adotada a sugestão de Beltrame (1994).

A série histórica utilizada para o levantamento de dados pluviométricos e fluviométricos da bacia de estudo compreendeu a 14 anos (1993 a 2006), disponibilizados na plataforma virtual Hidroweb da ANA. Com esses dados foi possível estabelecer, para o período de referência, as precipitações mensais totais, máxima, mínima e média, bem como os totais anuais. Da mesma forma ocorreu para a estação fluviométrica, onde foi possível calcular as vazões totais, máxima, média e mínima. Com os dados da série histórica foram construídos os hidrogramas de vazão e de chuva diárias, chuva máxima e vazão máxima mensal, a curva de duração ou permanência e fluviograma. Na construção da Curva de Permanência e do fluviograma foi utilizado o método ELETROBRAS (2000).

Para o desenvolvimento do modelo denominado hidrograma, foram consideradas duas variáveis: as vazões diárias e as precipitações diárias, no período de 1993 a 2006. A concepção do hidrograma permitiu relacionar se as vazões máximas são provenientes de precipitações máximas. O objetivo deste gráfico foi verificar se há correlação direta entre os picos máximos de chuva e de vazão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia apresenta área de drenagem correspondente a 4.690 km² de acordo com a Agência Nacional das Águas – ANA, entretanto de acordo com a medição usando o software arcGIS, obteve-se uma área de 4.873 km², sendo esta a usada nos demais cálculos. A bacia é formada por cursos d’água, conforme a Figura 2, com extensão de curso d’água principal de 129,5613 km, forma mista circular, e perímetro 676,62 km.

Realização



Correalização

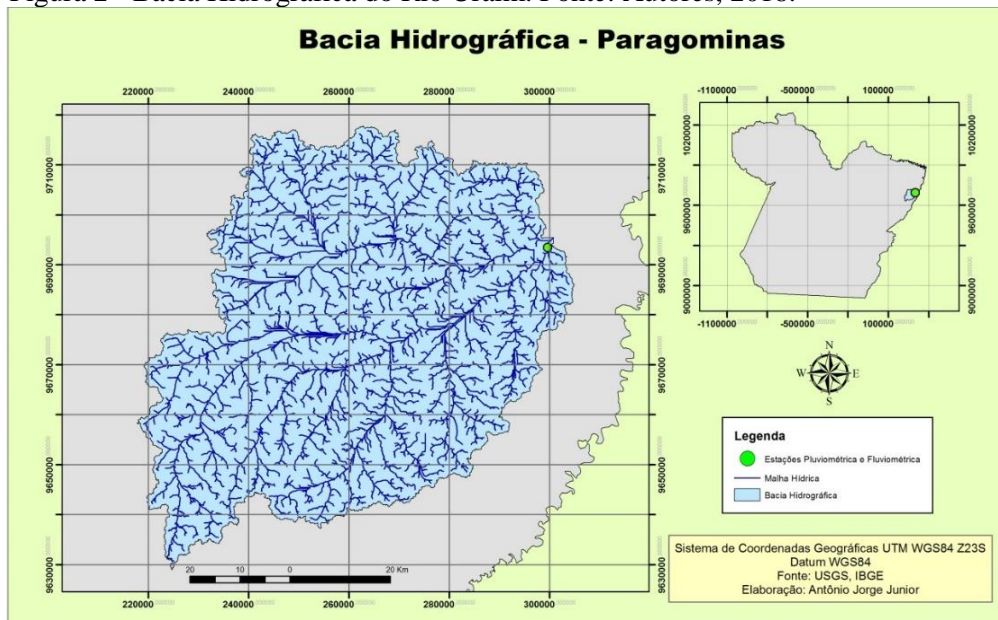


Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Uraim. Fonte: Autores, 2018.



Fonte: Autores, 2018.

A bacia em estudo, de acordo com a área de drenagem e perímetro, pode ser classificada como uma unidade pequena, apresentando valores de 4.873 km² e 676,62 km de área de drenagem e perímetro respectivamente, o que lhe confere boas possibilidades de controle dos fatores hidrológicos. Os dados morfométricos da bacia do Rio Uraim são apresentados na Tabela 01.

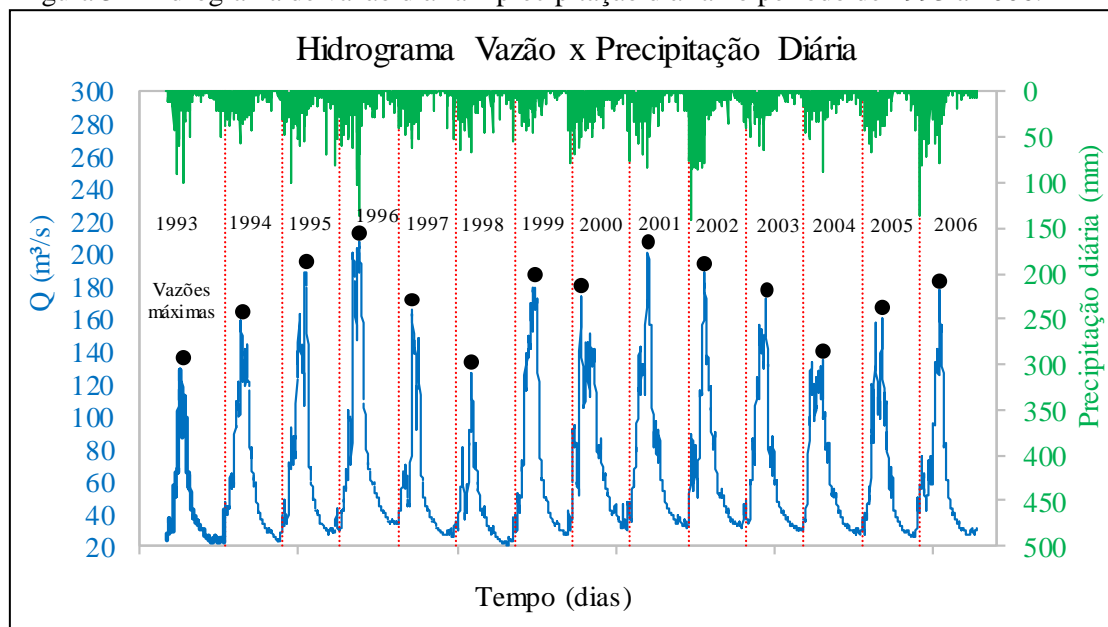
Tabela 01- Características Morfométricas da Bacia do rio Uraim.

	Características Físicas	Unidade de Medida	Resultados	Classificação
Características Geométricas	Área de drenagem	Km ²	4.873	
	Perímetro	Km	676,62	
	Coefficiente de compacidade	-	2,713968	> 1,50 – bacia não sujeita a grandes enchentes
	Índice de circularidade	-	0,133796	
	Fator de forma	-	0,290299	
	Forma da bacia	-	Circular	
Características da Rede de Drenagem	Comprimento do rio principal	Km	129,5613	
	Comprimento total dos canais	Km		
	Densidade de drenagem	Km/km ²	0,783521	Mediana
	Declividade harmônica ponderada:	m/m	1,252701	
	Rede de drenagem:	km	3818,099	
	Tempo de concentração (tc) Kirpich	Min horas	154,8138 2,58023	
	Tempo de concentração (tc) Picking	Min horas	125,8859 2,098098	



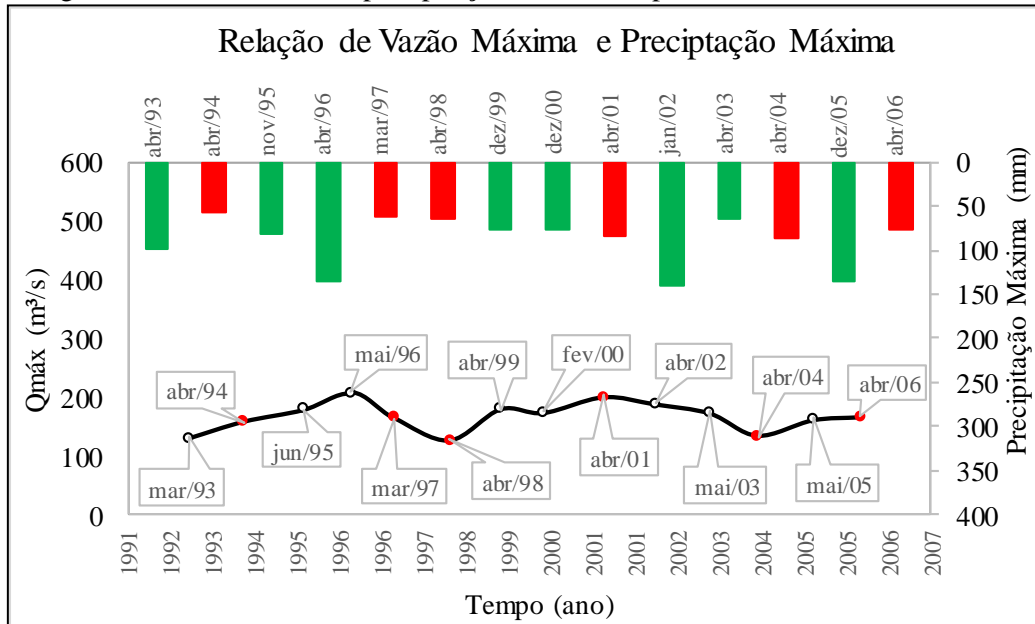
Finalizada a etapa de análises morfométricas, construiu-se os hidrogramas de modo comparativo, para resultados de vazão diária e precipitações diárias da Bacia Hidrográfica do Rio Uraim. Os resultados revelaram uma grande correlação entre os eventos de chuvas e seus picos com os momentos que ocorreram as maiores vazões, sendo mais evidente no ano 1996. Onde se verificou o evento de maior precipitação e vazão dentro do intervalo de tempo estudado da bacia, em que a precipitação máxima foi igual 136,7mm no mês de abril e a vazão máxima igual a 206,97m³/s, em maio, conforme Figura 3.

Figura 3 - Hidrograma de vazão diária x precipitação diária no período de 1993 a 2006.



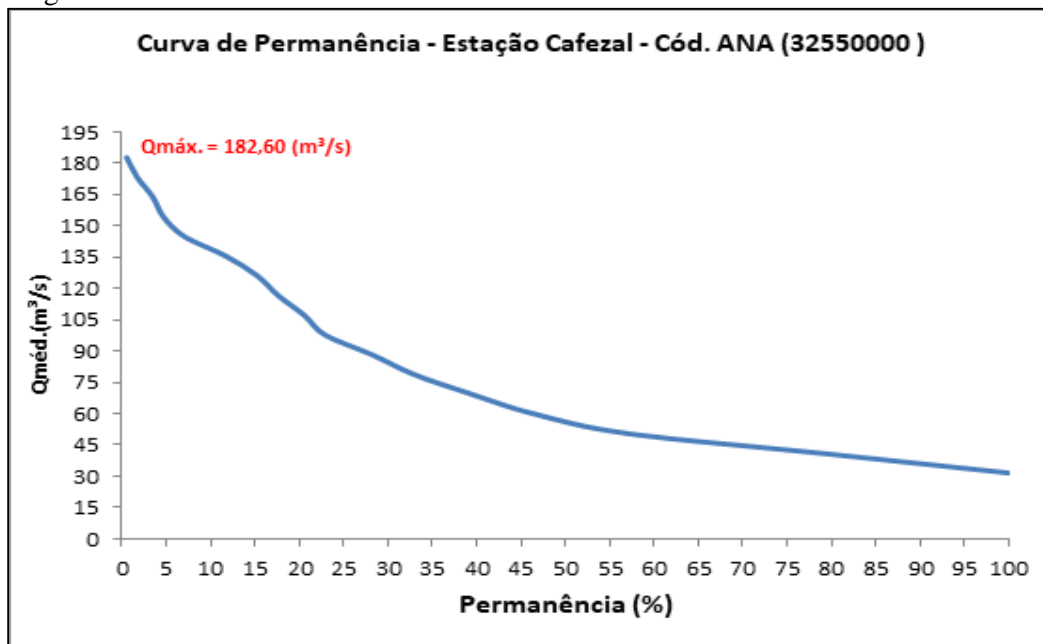
Considerando os intervalos de anos, foi selecionado o mês que ocorreu a vazão máxima e a precipitação máxima para análise comparativa, de modo a avaliar se o mês em que ocorreu a vazão máxima originou-se do evento de precipitação máxima. A análise dos eventos mensais e na Figura 4, verificou-se que os anos que coincidiram os meses de precipitação máxima e vazão máxima foram 1994, 1997, 1998, 2001, 2004 e 2006. A Figura 5 mostra a curva de permanência da bacia do Rio Uraim.

Figura 4 - Vazão máxima e precipitação máxima no período de 1993 a 2006. Fonte:



Fonte: Autores, 2018.

Figura 5 - Curva de Permanência da bacia do Rio Uraim.



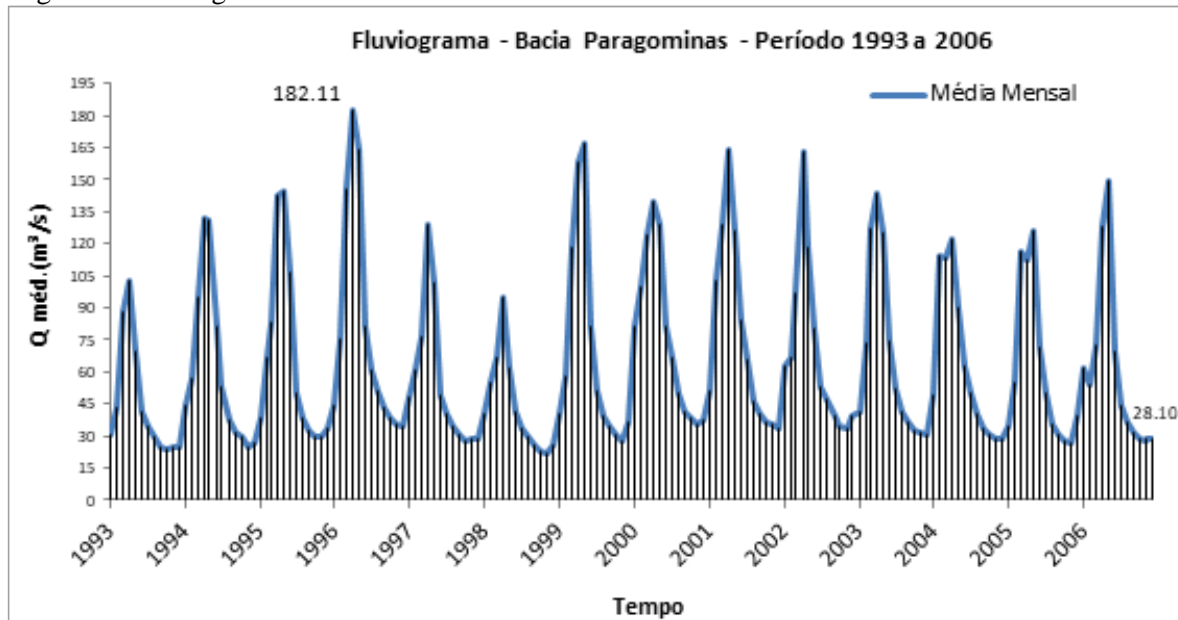
Fonte: Autores, 2018.

A Figura 6 representa o comportamento fluviométrico da bacia do Rio Uraim, no período de 14 anos, destacando a maior ocorrência de vazão média no ano de 1996, enquanto que a mínima apresentou comportamento em torno de 28,10 m³/s em toda a série histórica analisada. A ocorrência de maiores vazões de 1996, em que as vazões diárias foram superiores a 120 m³/s ao longo dos meses de abril e maio. De forma geral, as maiores vazões ocorreram nos meses de abril e maio, com exceção



dos anos 1993 e 1998, que concentrou no mês abril, e os anos 2000, 2001 e 2005 os meses março, abril e maio.

Figura 6 - Fluviograma do Rio Uraim.



Fonte: Autores, 2018.

Analisando o parâmetro índice de circularidade de acordo com a caracterização de Alves e Castro (2003), quando uma bacia é mais alongada (com índice abaixo de 0,51) favorece o escoamento e, se estiver acima de 0,51, a bacia é mais circular e tem escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias. Nesses intervalos a bacia do rio Uraim pode ser caracterizada como circular, isto é, está sujeita a cheias, como se pode confirmar por meio do coeficiente compacidade. A velocidade do fluxo de água - parâmetro que representa a transmissividade do escoamento superficial concentrado, isto é, se o tempo de concentração da bacia é lento ou rápido - apresentou o t_c de 2,58h através de Kirpich e 2,01h por Picking, correspondendo ao t_c lento.

A densidade de drenagem é de 0,783521 km/km², caracterizada como mediana segundo Beltrame (1994), podendo ser influenciada pelos tipos de solos da bacia. Segundo Villela e Mattos (1975) apud Tonello (2006), esse índice pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais nas bacias excepcionalmente bem drenadas, indicando, que a bacia em estudo apresentava baixa capacidade de drenagem.

Por meio da análise do gráfico de vazões máximas, verificou-se que no ano de 1999, o mês que apresentou a precipitação máxima foi dezembro, porém este mês apresentou uma precipitação total igual a 219,6mm inferior à registrada ocorrida em abril do mesmo ano, que foi de 310,7mm, resultando na vazão máxima (179,89m³/s). Embora em dezembro tenha ocorrido a precipitação máxima do ano, não está correlacionada com a vazão máxima do ano, sendo um evento isolado de pico de chuva. Ao mesmo tempo, o que determinou a vazão máxima do ano de 1999 foi o total de precipitação ocorrida em abril. O mesmo fato ocorreu em 2000, entretanto o mês registrado de vazão máxima foi em fevereiro.

A curva de permanência representa a relação entre a magnitude e a frequência de vazões no período de 14 anos, para a área de estudo, fornecendo a porcentagem de tempo que uma dada vazão é igualada ou superada no período definido. A curva de permanência para a área em estudo produzida

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

para a estação fluviométrica Cafezal, em que gerou os valores de vazões de referência Q50, Q90 e Q95, os quais foram 46,85m³/s, 85,01 m³/s e 87,78 m³/s respectivamente.

A vazão de referência no Estado do Pará para outorga em captações a fio d'água é a Q95, isto é, a vazão que permanece no leito do rio em 95% do tempo; para barramentos, é a vazão regularizada com noventa e cinco por cento de garantia. A vazão outorgável que corresponde ao máximo volume que pode ser outorgado em um corpo hídrico. Para outorgas em corpos hídricos superficiais no Estado do Pará, com uso a fio d'água, a vazão máxima outorgável é 70% da Q95; para reservatórios, é a vazão regularizada anualmente, com 95% de garantia, desde que a vazão de descarga de fundo seja de 70% da Q95 (SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE – BELÉM: SEMA, 2014). No caso do Rio Uraim essa vazão corresponde a 51,50 m³/s.

4. CONCLUSÕES

Os parâmetros morfométricos obtidos são ferramentas imprescindíveis nos processos de gestão dos recursos hídricos, assim como de gestão ambiental, visto que fornecem referenciais básicos para o conhecimento dos sistemas e permitem o direcionamento para ações em nível de planejamento. As características morfométricas da Bacia do Rio Uraim e o estudo de precipitação e vazão permitiram analisar que a bacia está sujeita a eventos críticos de enchente, devido sua forma circular, bem como ao tipo solo predominante na região, que favorece o escoamento superficial e diminui a ocorrência da infiltração, exigindo maior atenção no ordenamento da bacia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, O.; UHL, C. **Planejamento do uso do solo do Município de Paragominas**. Belém: IMAZON, 1998. (Série Amazônia, n. 9).
2. ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. “Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do 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. 117-124, 2003.
3. BARROS, A.; VERÍSSIMO, A. Impactos da Atividade Madeireira e Perspectivas para o Manejo Sustentável da Floresta numa Velha Fronteira da Amazônia: o caso de Paragominas. In: _____. **A expansão madeireira na Amazônia Impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará**. 1. ed. Belém: IMAZON, 2002.
4. BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
5. DIAS, L.S.O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E.U.A.; MAIA, P.H.P. **Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas**. Bahia-Salvador, v. 4, n.2, p.265-271, 2004.
6. FERNANDES, R. **Discursos de sustentabilidade: o caso de Paragominas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Faculdade de Administração e Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2011.
7. GUIMARÃES, J. et al. **Municípios verdes: caminhos para a sustentabilidade**, Belém: IMAZON, 2011.
8. IBGE. Censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 10 maio 2016.
9. MACHADO, R. A. S, et. al. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte a definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

10. MARTORANO, L. G.; MONTEIRO, D. C. A.; BRIENZA JUNIOR, S.; LISBOA, L. S.; ESPÍRITO SANTO, J. M.; ALMEIDA, R.F. Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Para, Brazil. In: VILLACAMPA, Y; BREBBIA, C. A. ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT VIII. Ashurst Lodge: Wittpress, 2011. p.111-122.
11. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE: SEMA. **Manual para usuários: outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Belém, 2014.
12. STIPP, N.A.F, CAMPOS, R.A, CAVIGLIONE, J.H. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Taquara – Uma Contribuição para o Estudo das Ciências Ambientais. **Portal da Cartografia**, Londrina v. 3 n. 1, p 105-124, 2010.
13. VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p. apud Tonello, Kelly Cristina et al. Morfometria Da Bacia Hidrográfica Da Cachoeira Das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

Realização

 ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375