

Medição de vazões da estação Juvenília – MG, bacia do rio Carinhanha.

Bruno Millere Pansiere ¹
Ronivon Pereira Rodrigues ¹

¹ Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB
Centro de Humanidades, Campus Edgard Santos
Rua Professor José Seabra de Lemos, 316. Recanto dos Pássaros.
47808-021 - Barreiras - BA, Brasil
bruno.pansiere@hotmail.com
ronivon.rodrigues@yahoo.com

Resumo. Dada a sua importância, a água, possui as diretrizes quanto ao uso pelos múltiplos setores da sociedade e da sua gestão asseguradas por meio da Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, que aponta a bacia hidrográfica como uma unidade territorial a qual se deve ser levada em consideração para planejar e gerir os recursos hídricos no país. Neste contexto, fazem-se necessários estudos sobre o conhecimento dos comportamentos hidrológicos das bacias hidrográficas, podendo assim elencar importantes parâmetros de monitoramento da dinâmica no interior das bacias hidrográficas, tais como o regime histórico das vazões dos canais principais conjuntamente com seus tributários tendo em vista sua importância que é o subsídio à gestão deste recurso hídrico, principalmente no que concerne a instrumentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), em especial, a autorização de outorgas nas diversas bacias e sub-bacias do Brasil. Diante desta realidade o presente teve por objetivo a obtenção dos valores médios de vazões mensal e anual da bacia rio Carinhanha, por meio da estação fluviométrica de Juvenília – MG no período entre janeiro de 1965 e dezembro de 2006. Para tanto se utilizou do histórico de vazões da estação supracitada, que foi tratada em softwares como o *SISCAH 1.0* e *Microsoft Excel 2010* os quais possibilitaram a definição das médias mensais e anuais que tiveram oscilações importantes no decorrer da série histórica analisada, em especial, com maiores valores nas décadas de 1970 e 1980 e valores menores a partir da década de 1990.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, rio Carinhanha, Vazão.

Abstract. Given its importance, the water has guidelines regarding the use by multiple sectors of society and its management ensured by means of Law No. 9,433, of January 8, 1997, which indicates the watershed as a territorial unit to which should be taken into account to plan and manage water resources in the country. In this context, they have done studies on the knowledge of the hydrological behavior of watersheds needed, thus being able to list important parameters for monitoring the dynamics within river basins, such as the historical regime of flow of the main channel together with its tributaries with a view its importance is that the subsidy to the management of this water resource, especially as concerns the instruments of the National Water Resources policy (PNRH), in particular, permission grants for the various basins and sub-basins of Brazil. Given this reality this was aimed at obtaining the average values of monthly and annual flows of the Carinhanha River basin through fluviometric station Juvenília - MG between January 1965 and December 2006 was used for both the history of flows above the station, which was treated in software as SISCAH 1.0 and Microsoft Excel 2010 which allowed the definition of monthly and annual averages that were important fluctuations during the analyzed time series, in particular, with higher values in the 1970s and 1980 and lower values from the 1990s

Key-words: Watershed, Carinhanha River, Flow.

1. Introdução

Devido a fatores como a dinâmica e/ou sazonalidade dos fenômenos naturais ou ainda, em alguns casos, agravados pela interferência e ação do homem ao longo do tempo sobre o ambiente em que esteja inserido, tem-se observado a ocorrência de inúmeros problemas ambientais em todo o mundo, por conseguinte, tais problemas acarretam em consideráveis mudanças no que tange a disponibilidade de alguns recursos naturais, necessários ao desenvolvimento de inúmeras atividades humanas.

Neste contexto, está a água, elemento essencial à sobrevivência humana e de tantos outros organismos vivos. Além disto, utilizada como insumo principal para várias atividades de cunho econômico, social, cultural, etc no decorrer da história humana, e, que por sua vez, é suscetível a variações espaço-temporal quanto a sua disponibilidade seja na forma subterrânea ou superficial.

Deste modo, conhecer o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, unidade de gestão dos recursos hídricos no país, é de fundamental importância para subsidiar as tomadas de decisão relacionadas ao planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil, assegurados conforme mencionados pelos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) presente na Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, sobretudo, no que concerne a concessão de outorgas, a qual leva em consideração o histórico das vazões da respectiva seção fluvial local do empreendimento será instalado e outorgado.

Haja vista a ampla quantidade de processos e dinâmicas existentes em torno de um rio há várias possibilidades de realização de mensurações, monitoramentos e análises das características hidrológicas e ambientais de uma dada área de interesse.

Entre os diversos parâmetros mensurados pelas estações desta natureza está a medição da vazão ou descarga total de um rio, a qual pode ser compreendida, segundo Palhares et. al (2007, p. 1) como sendo “o volume de água que passa entre dois pontos por um dado período de tempo. Normalmente, é expressa em metros cúbicos por segundo (m^3/s)”, desta forma, o conhecimento do seu valor é de fundamental importância para que possa além de mensurar o fluxo total de água de um rio, também se conheça as dinâmicas e sazonalidades dos seus valores ao longo do tempo.

A vazão de um determinado canal d'água pode sofrer interferências de outros elementos naturais, tais como a sazonalidade imposta pelo clima da porção de área drenada pelo rio ou bacia estudada, quanto a este fato, observa-se que a tendência é que se tenha uma maior vazão nos períodos chuvosos em detrimento da diminuição desta mesma vazão no período seco. Além de outras variáveis como as estações do ano, insolação da área que vai acarretar na mudança do

comportamento de evaporação dentre outros fatores (Palhares *et. al*, 2007).

Dentre as várias potencialidades em torno dos dados coletados, tratados e disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), relacionados às vazões estão às estimativas de permanência as quais são instrumentos para determinação do quantitativo de outorga a ser disponibilizado segundo o trecho do rio e sua respectiva vazão de referência.

Assim, consideram-se dada a série histórica existente os valores de permanência de vazão em 90% do tempo de vazões conhecidas (Q_{90}) e 95% deste mesmo tempo (Q_{95}) e ainda a $Q_{7,10}$ a qual corresponde a vazão mínima levando-se em consideração um intervalo de sete dias e um período de retorno de 10 anos (uma possível repetição do mesmo evento) tais parâmetros são utilizados no Brasil para a concessão de outorgas que vão levar em consideração os valores obtidos por estas variáveis de permanência de vazão e a quantidade mínima de vazão a ser garantida legalmente a jusante do local a ser outorgado (Baena *et al*, 2004).

Dado seu arranjo, os dados de vazão e possíveis usos dos mesmos além de possibilitarem inúmeros estudos de caráter ambiental, econômico, social, etc é uma importante ferramenta para a gestão pública, uma vez que corrobora com insumos para realização do planejamento, acompanhamento e previsão quanto à demanda do uso de água pelos múltiplos usuários existentes (Brasil, 1997).

1.1. Caracterização da área de estudo

O rio Carinhanha e a respectiva bacia hidrografia, de mesmo nome, é uma importante sub bacia pertencente a bacia do rio São Francisco, localizada na margem esquerda do referido rio. Possui uma área de drenagem de 18.776,57 Km² distribuída entre os estados da Bahia e Minas Gerais na porção correspondente ao médio São Francisco (BORGES *et al*, 2012).

É constituída por parte dos municípios de Carinhanha, Cocos, Coribe e Feira da Mata no estado da Bahia além dos municípios de Arinos, Bonito de Minas, Chapada Gaúcha, Cônego Marinho, Formoso, Januária, Juvenília e Montalvânia no estado de Minas Gerais.

Têm por principais afluentes os rios Coxá, Itaguari e Preto além dos riachos da Vaca Preta, das Pedras, do Meio, dos Poções e Santa Rita.

A área da bacia abrange, segundo a classificação de *Thornthwaite*, a três tipologias climáticas: úmido (porção oeste); subúmido seco (porção central) e semi-árido (extremo leste) isto lhe confere uma grande amplitude no que tange aos valores médios precipitados que variam entre 700mm à 2.000 mm e período seco que varia entre 5 e 6 meses (BORGES, 2009).

No que tange ao monitoramento de parâmetros pluviométricos e fluviométricos a bacia do rio Carinhanha possui estações que monitoram vazão, precipitação, entre outros parâmetros distribuídos ao longo de toda a bacia no rio principal e outros rios tributários, conforme mostrado na Figura 1.

Para o presente estudo obteve-se os dados provenientes da Estação fluviométrica Juvenília, cujo código é 45260000 e que está localizada no município mineiro de mesmo nome da estação. A estação monitora uma área de drenagem de 16.130,00 Km² (85,5% da bacia), está a cerca de 40 km da foz do rio Carinhanha.

trica de Juvenília – MG, conforme características são apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Estação fluviométrica utilizada no estudo.

Código	Nome da estação	Município/UF	Localização		Altitude (m)		Operação	
			Latitude	Longitude			Início	Termino
45260000	Juvenília	Juvenília/MG	-14°15'36"	-44°9'7,92"	504	04/1964	12/2007	

Fonte: ANA, 2014.

A segunda etapa foi realizada o pré-processamento no software Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SISCAH 1.0), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), disponibilizado para *download* no website da referida instituição < <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>>.

No software supracitado realizaram-se os procedimentos de pré-processamento dos dados obtidos. Levou-se em consideração para análise e processamentos posteriores, intervalos anuais do período registrado pela estação com o início do ano hidrológico a partir de janeiro de cada ano.

Ainda no pré-processamento foram seguindo recomendações conforme descritas por Tucci (1997) onde foram descartados os anos cujas falhas (período sem registro de dados de vazão) foram superiores a 5% anuais.

Após o pré-processamento foram obtidos, ainda no software SISCAH 1.0, os valores de vazões médias mensais e anuais, máxima, mínima com estimativa da Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$ para um período de retorno de 10 anos.

Posteriormente os dados obtidos foram exportados para o software *Microsoft Excel* 2010 onde foi realizado tratamento estatístico de medidas de dispersão central (média e desvio padrão) e a confecção dos gráficos com as vazões máximas, mínimas e médias com seus respectivos valores de desvio padrão, esse tratamento estatístico possibilitou fazer uma análise com relação ao comportamento da bacia hidrográfica no local referente à estação fluviométrica em questão.

Os resultados obtidos nas etapas anteriores subsidiaram a realização das discussões pertinentes aos valores obtidos para o rio Carinhanha e suas respectivas implicações, correspondendo assim a quarta e última etapa da presente pesquisa.

4. Resultados e Discussão

A estação de Juvenília – MG possui registros de vazões entre abril de 1964 e dezembro de 2007. Porém, por apresentarem falhas na série histórica acima de 5% anuais, os anos de 1964 e 2007 tiveram seus dados descartados.

4.1. Vazão média mensal

Foram obtidas para a estação Juvenília no período entre 1965 e 2006 as médias mensais variando entre a menor de $108,31 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$, para o mês de setembro e a maior de $193,09 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$, para o mês de dezembro. Desta forma obteve-se uma amplitude na ordem de $84,78 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ e uma média intra-anual de $146,32 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$.

Conforme mostrado no **Figura 2**, as vazões registradas na estação Juvenília entre os meses de novembro e abril possuem valores acima da média mensal enquanto entre os meses de maio e outubro os valores registrados são abaixo da média.

As variações de vazão no rio Carinhanha coincidem com as variações de precipitação ocor-

ridas na área cuja dinâmica é de 6 meses chuvosos (entre meados de novembro até abril) e 6 meses secos (entre maio e outubro), sendo este o principal aspecto pela oscilação consideravelmente alta para os valores de vazão na bacia do rio Carinhanha (Borges, 2009).

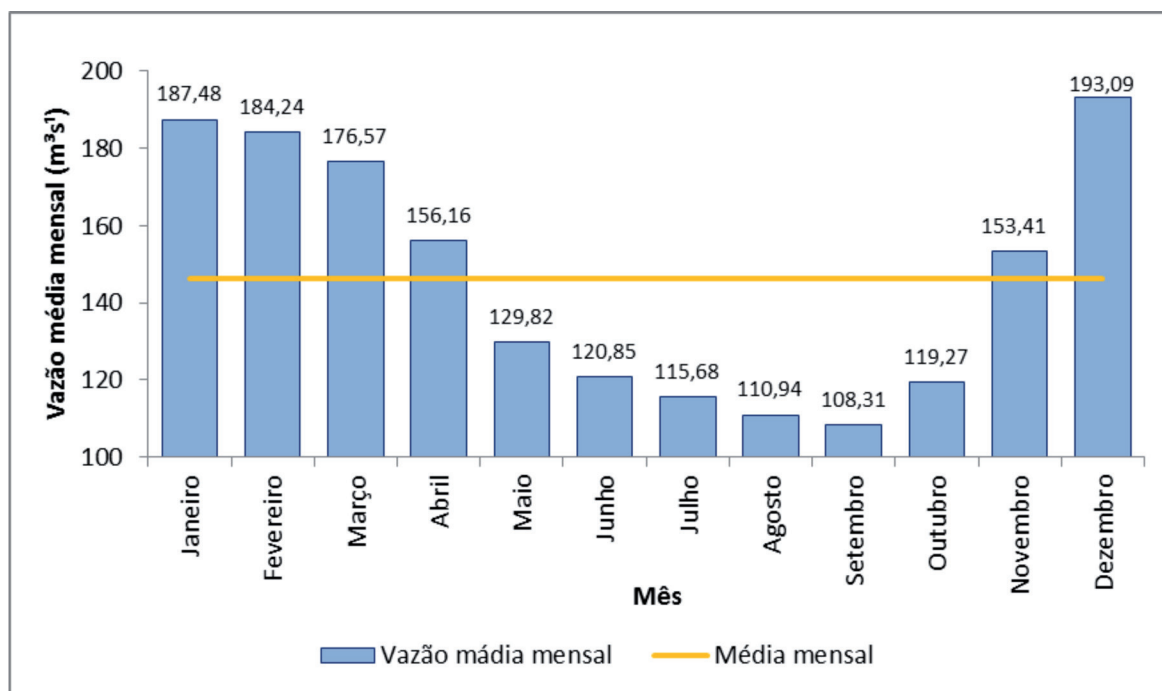


Figura 2. Vazão média mensal para estação Juvenília – MG entre 1965-2006.

4.2. Vazões anuais

Foram analisados todos os anos que compõe a série histórica da estação de Juvenília, conforme mostrado pelo **Figura 3**, obteve-se para o período entre 1965 e 2006 médias anuais variando entre a média menor de $99,59 \text{ m}^3/\text{s}$, para o ano de 2003 e a maior de $206,55 \text{ m}^3/\text{s}$, para o ano de 1980.

Desta forma obteve-se uma amplitude na ordem de $106,96 \text{ m}^3/\text{s}$, uma média interanual de $146,17 \text{ m}^3/\text{s}$ e o desvio padrão de $26,06 \text{ m}^3/\text{s}$.

Quando analisada a dinâmica em torno dos valores médios anuais de vazões foi considerada inicialmente entre a relação da média menos o desvio padrão, em que se obteve $120,12 \text{ m}^3/\text{s}$ e a relação entre a média mais o desvio padrão, em que se obteve $173,23 \text{ m}^3/\text{s}$.

No período analisado observou a ocorrência de 5 médias anuais abaixo dos $120,12 \text{ m}^3/\text{s}$ sendo eles os anos de 1996, 2001, 2002, 2003 e 2005 demonstrando anos “anormais” nas vazões do rio Carinhanha no que tange .

No mesmo período ainda foi observado a ocorrência de 7 médias anuais acima dos $173,23 \text{ m}^3/\text{s}$ sendo eles os anos de 1968, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983 e 1992.

Ainda relacionados a estes dados foi analisado a dinâmica apresentada em torno dos valores médios de cada ano e sua relação com a média interanual do período analisado, conforme mostrado pelo **Figura 4**, é possível identificar que na série história houve um maior numero de anos cuja média apresentadas foram menores do que a média interanual, neste contexto há de salientar que todos os anos entre 1995 e 2006 vem apresentando valores abaixo desta média, contrapondo ao período entre 1978 e 1986 que apresentou valores acima da média.

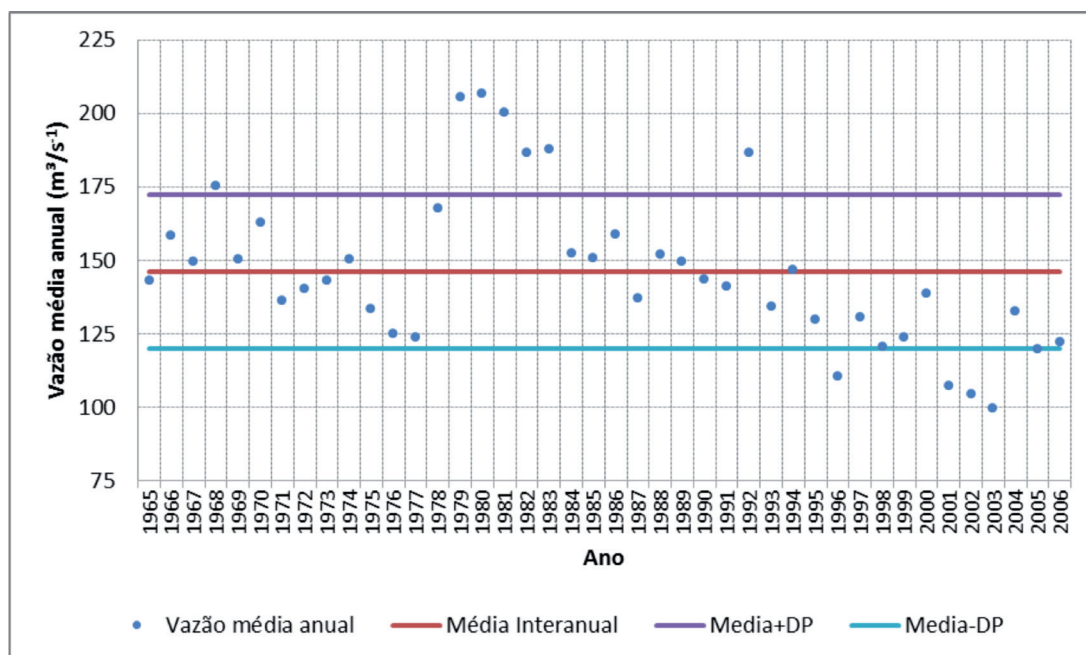


Figura 3. Vazão média anual para estação Juvenília – MG entre 1965-2006.

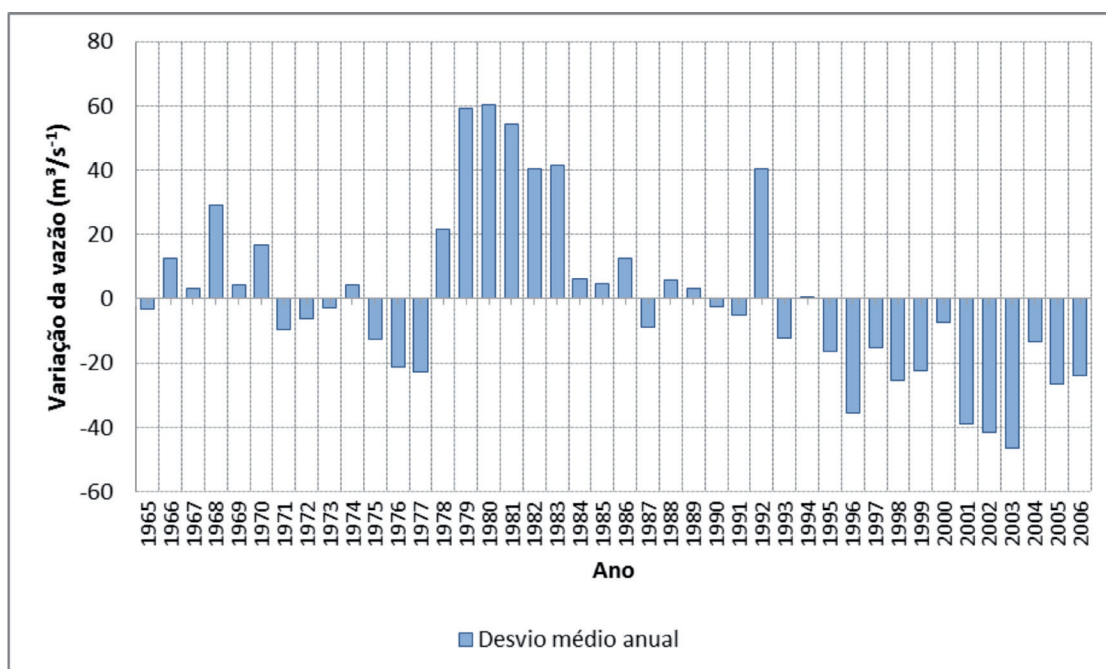


Figura 4. Oscilação das vazões médias anuais em relação ao valor de vazão média interanual na estação Juvenília – MG entre 1965-2006.

No tocante à vazão máxima, conforme exibido no **Figura 5**, obteve-se uma média interanual é de 363,27 m³/s e desvio padrão é de 124,28 m³/s.

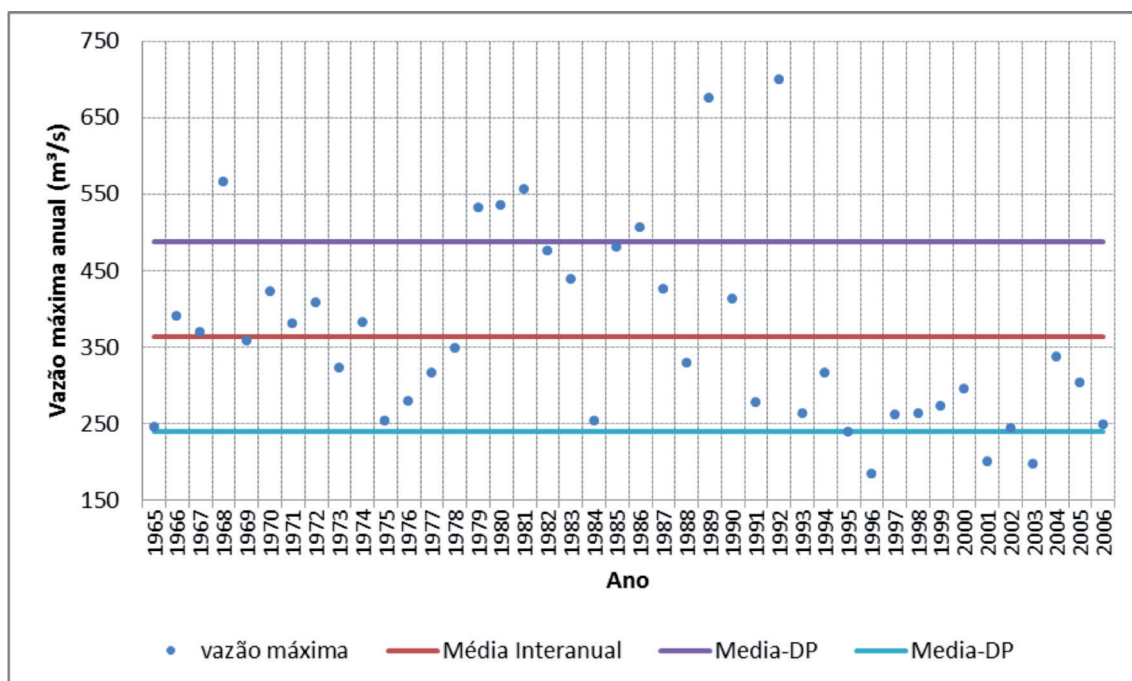


Figura 5. Vazões máximas anuais da estação Juvenília – MG entre 1965-2006

O maior evento de vazão máxima foi registrado no ano de 1992, com $698,75 \text{ m}^3/\text{s}$ e a menor vazão registrada em 1996, com $184,59 \text{ m}^3/\text{s}$.

Quando analisada o comportamento destas vazões ao longo da série histórica é possível identificar os anos de 1996, 2001 e 2003 como tendo valores de vazões abaixo do limiar da média menos o desvio padrão e inverso a esta situação os anos de 1968, 1979, 1981, 1986, 1989 e 1992 com valores acima do limiar da média mais o desvio padrão, sendo estes indicativos da ocorrência de cheias no local adjacente a localização da estação.

Por sua vez, quando foi analisado o comportamento da série histórica em torno das vazões mínimas anuais obteve-se conforme mostrado pelo **Figura 6**, uma média interanual foi de $102,42 \text{ m}^3/\text{s}$ e desvio padrão é de $14,02 \text{ m}^3/\text{s}$.

Acompanhando a tendência apresentado pelos valores de vazões máximas ocorreram os registros de maiores quantitativos de vazão mínima nos anos do fim da década de 1970 e início da década de 1980 em detrimento dos menos valores apresentados, em especial, nos anos da década de 1990 e 2000.

A discrepância existente em termos quantitativos e também temporal é evidenciado pelo **Figura 7**, o qual mostra a relação entre as menores e maiores vazões registradas para todos os anos da série história, sendo latente que alguns anos da já referida décadas de 1970 e 1980 apresentaram maiores valores de vazão e a partir da década de 1990 houve ao longo dos anos uma redução significativa destes mesmos valores.

É possível ainda inferir que houve uma maior variação (amplitude) em torno dos valores máximos de vazão em detrimento de certa regularidade dos valores de vazões mínimas apresentadas no mesmo período da série histórica.

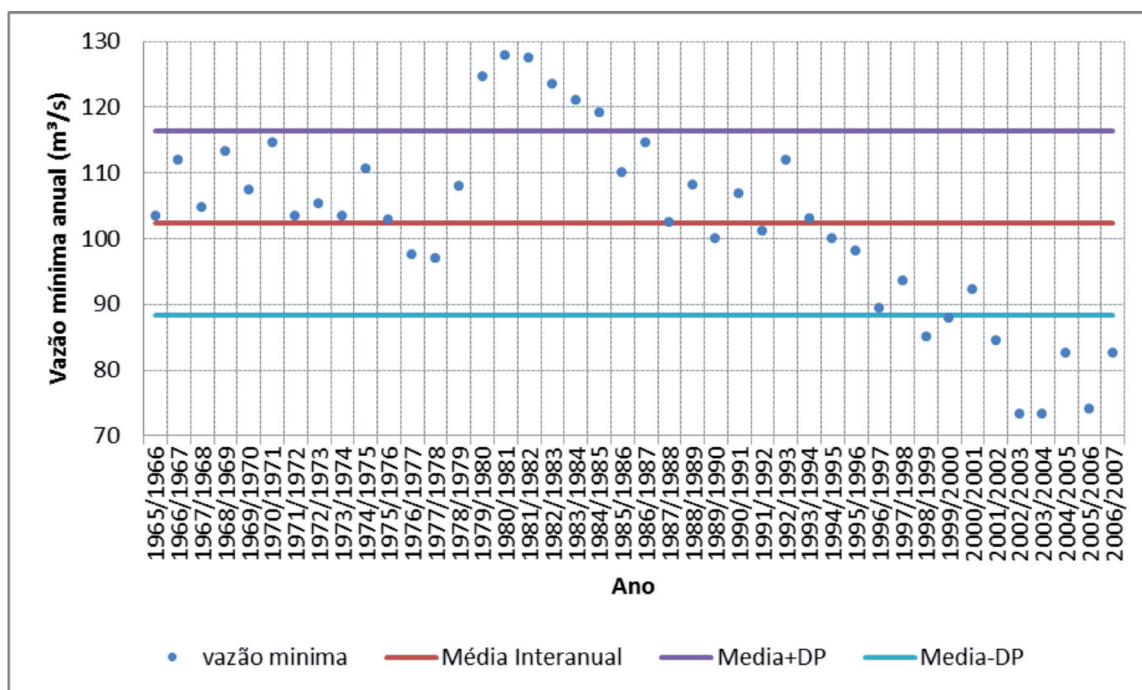


Figura 6. Vazões mínimas anuais da estação Juvenília – MG entre 1965-2006

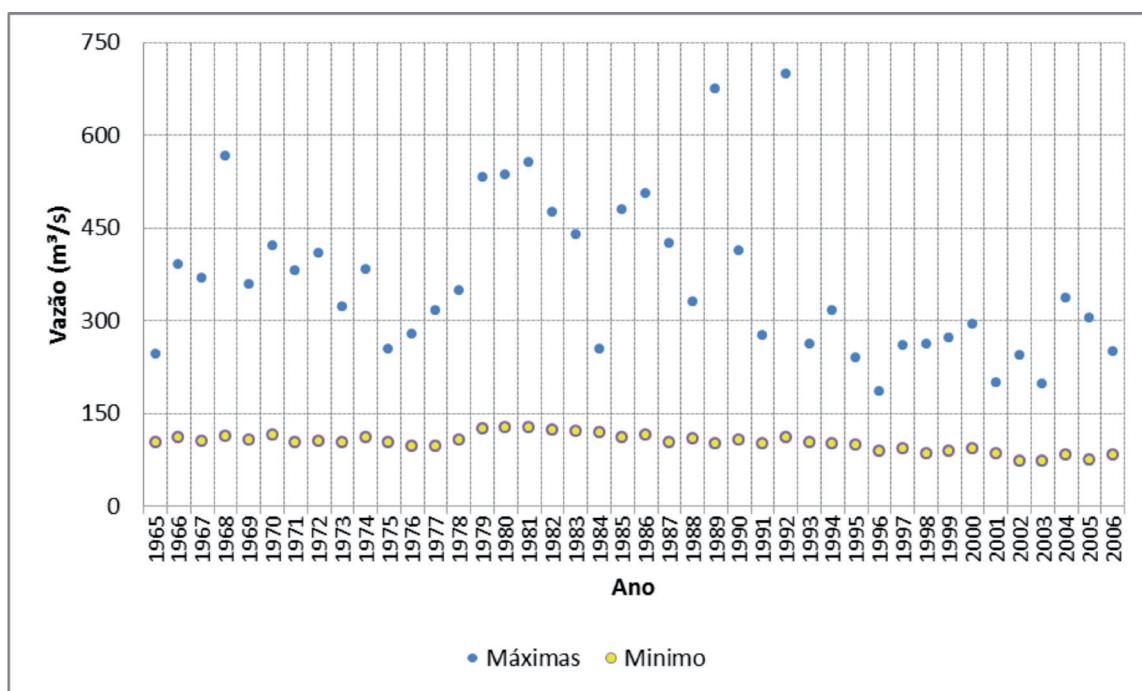


Figura 7. Variação anual em torno da menor e maior vazão da estação Juvenília – MG entre 1965-2006

4.3. Estimativas Q_{90} , Q_{95} E $Q_{7,10}$

Quando foi analisada a curva de permanência, conforme mostrado pelo **Figura 8**, pode-se observar que houve uma significativa amplitude do quantitativo das vazões registradas entre 1965 e 2006, com a maior parte deste período com vazões oscilando entre $100 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ e $200 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ representando 14% e 90% da série histórica.

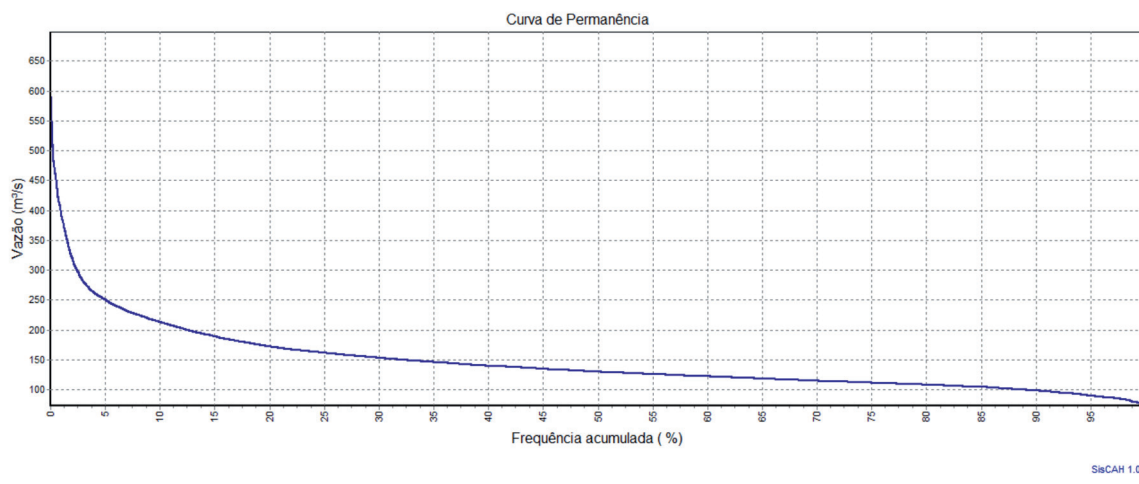


Figura 8. Curva de permanência das vazões da estação Juvenília – MG entre 1965-2006

Quando analisado o comportamento da curva de permanência da estação Juvenília para o período entre 1965 e 2006 a mesma apresentou os valores de Q_{90} , Q_{95} conforme mostrado na **Tabela 2**.

Tabela 2. Estimativas Q_{90} e Q_{95} .

Permanência	Vazão m^3/s^{-1}
Q_{90}	98,36
Q_{95}	90,05

Com relação à estimativa da vazão de $Q_{7,10}$ foi obtido o valor de $85,85 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$. O conhecimento de tais parâmetros é de fundamental para o planejamento quantitativo e qualitativo do trecho em que se localiza a estação.

5. Considerações Finais

Mesmo em caráter preliminar o estudo potencializa fazer um diagnóstico preliminar no que tange a dinâmica das vazões do rio Carinhanha, tendo em vista que a estação utilizada não é de sua foz. Todavia, é representativa de mais de 85% da mesma.

É possível afirmar que existe uma considerável tendência (sem que tenham sido realizadas análises estatísticas mais robustas) que indicam a diminuição das vazões no rio Carinhanha a partir da década de 1990 até o fim da série histórica disponível (2006)

Há de salientar ainda a dificuldade na obtenção de dados mais precisos mediante inexistência de dados de vazão das estações localizadas na sua foz, o que seria mais representativo quanto ao panorama geral de toda a bacia.

6. Referências

Baena, Luiz Gustavo N; Silva, Demetrius David; Prusk Falco, Fernando; Calijuri, Maria Lúcia. **ESPACIALIZAÇÃO DA Q7,10, Q90% E Q95% VISANDO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ESTUDO DE CASO PARA A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.12, n.1, 24-24 31, Jan./Mar., 2004.

Borges, Kelly Maria Resende. **Avaliação da susceptibilidade erosiva da Bacia do Rio Carinhanha (MG/BA) por meio da EUPS - Equação Universal de Perda de Solos**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia, UnB. 2009.

_____. Carvalho Júnior, Osmar Abílio. Martins, Eder Souza. Gomes, Roberto Arnaldo Trancoso. Guimarães, Renato Fontes. **VULNERABILIDADE NATURAL: A perda de solo da bacia do rio carinhanha (mg/ba) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos**. **GEOgraphia**. Vol. 14, nº 27. 2012.

Brasil. Agência Nacional de Águas (ANA). **Inventário das estações fluviométricas**. Agência Nacional de Águas. – 2 ed. - Brasília: ANA; SGH, 2009.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/lei9433.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014.

_____. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). **Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 3** - Área de Atuação da Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte. BELO HORIZONTE, julho/2014.

Palhares, Julio C.P; Ramos, Cristiano; Klein Jaqueline B.; Lima, João M.M. de; Muller, Susana; Cestonaro, Taiana. **Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador**. Comunicado Técnico. Concórdia, SC. Versão Eletrônica. Julho, 2007.