

PRECIPITAÇÃO/VAZÃO NOS ALTO E MÉDIO CURSOS DO RIO UBERABINHA (MG)

Arlei Teodoro de Queiroz

INTRODUÇÃO

A preservação e conservação dos recursos naturais, visando uma relação “sustentável” e harmoniosa entre as ações antrópicas e o meio ambiente, vêm sendo tema de vários debates tanto no âmbito nacional como internacional.

La sustentabilidad plantea que el agua, como ciclo de interacción, se centra en las relaciones ecológicas y enfatiza en su forma, dinámica y funciones. La sustentabilidad aumenta la diversidad genética, minimiza riesgos, mejora la producción de alimentos básicos y el ecosistema, promueve la conservación del agua y del suelo, controla la erosión y mejora la reforestación; es económicamente viable por disminuir los costos de producción, al aumentar el uso eficiente de recursos disponibles y evitar la irracionalidad en su uso, com conciencia ecológica y equidad social. (CASTILLO, 2002, p. 71-72)

Nesse sentido em 1972, foi realizada em Estocolmo a primeira conferência mundial sobre o tema e:

A partir da Cúpula de Estocolmo (1972), a evolução de idéias e paradigmas que visam o desenvolvimento sustentável é notável, culminando nas oito metas do milênio elaboradas na Cúpula do Milênio (Nova York, 2000). Assuntos como a erradicação da pobreza, controle demográfico, alfabetização, saneamento, saúde, abastecimento de água, entre outros, vêm sendo discutidos, a cada cúpula, com maior detalhamento e apontando caminhos. (MARTINS, 2009, p. 32)

Dentre os recursos naturais, destaca-se com maior importância a água, pois é o principal elemento para a sobrevivência da maioria das espécies que habitam o Planeta Terra. Aliás, vale ressaltar que, tratando-se da superfície do planeta, 70% correspondem a esse recurso de tamanha importância. A Cúpula do Rio de Janeiro (1992) foi outro importante marco na questão ambiental, tendo como resultado a *Agenda 21*, na qual um dos capítulos foi dedicado aos recursos hídricos.

De acordo com o capítulo 18, o objetivo geral é assegurar a manutenção na oferta de água doce de qualidade para a população mundial, concomitantemente à preservação das funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas. Ressalta a necessidade de adaptação das atividades humanas aos limites da capacidade da natureza, além do combate de doenças relacionadas à água. (MARTINS, 2009, p. 33)

A partir deste marco, muitos países assumiram compromissos com a finalidade de atingir metas estabelecidas na Cúpula do Rio de Janeiro (1992), culminando na

formulação de leis, políticas, dentre outros artificios legais para a preservação e conservação dos recursos hídricos.

No Brasil, a primeira normatização referente ao uso da água foi o Código das Águas de 1934. Hoje, a lei que normatiza o uso das águas no Brasil é a Lei 9433/97, que “institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulamentando, ainda, o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal de 1988”, que diz:

Art. 21. Compete à União:

...

XIX - instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso; (MMA, 2008, p. 435-436)

De acordo com a Lei 9433/97, vale destacar que dentre os fundamentos da mesma, descritos no artigo 1º, o inciso V relata que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos” (MMA, 2008, p.27).

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies de vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.

...

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, considerando-se como perdas intermediárias os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente. (SILVEIRA, 2009, p. 40-41)

Além da bacia hidrográfica, o conhecimento sobre o ciclo hidrológico é essencial para estudos hidrológicos.

A água pode ser encontrada em estado sólido, líquido ou gasoso; na atmosfera, na superfície da Terra, no subsolo ou nas grandes massas constituídas pelos oceanos, mares e lagos. Em sua constante movimentação, configura o que se convencionou chamar de ciclo hidrológico; muda de estado ou de posição em relação à Terra, seguindo as linhas principais desse ciclo (precipitação, escoamento superficial ou subterrâneo, evaporação), mantendo no decorrer do tempo uma distribuição equilibrada [...] (PINTO et al., 1976, p. 1)

Dentre as fases do ciclo hidrológico, o estudo sobre a precipitação e o escoamento superficial é essencial para o entendimento dos processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica. Desse modo:

O escoamento fluvial faz parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa através das águas superficiais e subterrâneas. O escoamento fluvial compreende, portanto, a quantidade total de água que

alcança os cursos de água, incluindo o escoamento pluvial, que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração. A proporção de águas superficiais para subterrâneas, que alimentam o curso de água, varia muito com o clima, tipo de solo, de rocha, declividade, cobertura vegetal e outros fatores. (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 53)

Sobre a precipitação:

A disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. (BERTONI; TUCCI, 2009, p. 177)

A vazão, de acordo com Pinto et al. (1976), “é o volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso de água”. Associando a precipitação e a vazão, segundo Gancez (1967), “o estudo do deflúvio anual de um curso d’água (ou da vazão média anual) está intimamente ligado ao da altura pluviométrica anual”.

Para análise de dados referente à vazão pode-se utilizar a hidrógrafa, gráfico que representa os índices de vazão em determinado espaço de tempo. Além da hidrógrafa, outra importante ferramenta para estudo hidrológico é a curva de permanência que, segundo Pinto et al. (1976), é:

A sucessão de valores de vazões médias de certo intervalo de tempo (dia, mês) constitui uma série de dados que pode ser organizada segundo uma distribuição de frequências.

Acumulando-se as frequências das classes sucessivas e lançando-as em um gráfico, em correspondência aos limites inferiores dos respectivos intervalos de classe, obtém-se a curva de permanência das vazões, que nada mais é que a curva acumulativa de frequência da série temporal contínua dos valores das vazões.

[...] a curva de permanência indicará a porcentagem de tempo que um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante o período de observação. (PINTO et al., 1976, p. 170)

Para um melhor entendimento do ciclo hidrológico, utilizando a bacia hidrográfica como unidade territorial, é primordial calcular o balanço hídrico.

O Balanço Hídrico da bacia hidrográfica também envolve a quantificação dos componentes deste sistema visando ao seguinte:

- melhor entendimento do comportamento do sistema;
- utilização racional dos recursos hídricos.

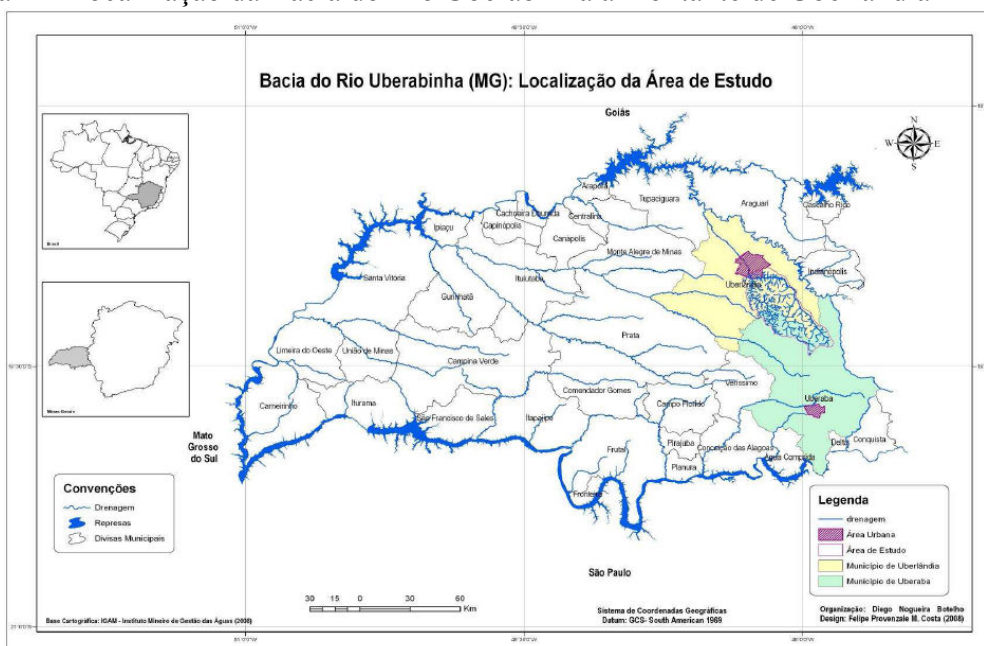
(...) O balanço hídrico envolve a continuidade de massa e a troca de energia dos sistemas envolvidos, no tempo e no espaço. Os componentes principais deste balanço são:

- precipitação;
- evaporação;
- evapotranspiração;
- escoamento superficial e subterrâneo. (TUCCI; BELTRAME, 2009, p. 279)

Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre duas fases do ciclo hidrológico, ou seja, a precipitação e a vazão, utilizando como unidade territorial a Bacia Hidrográfica do Rio Uberabinha, mais precisamente o alto e médio cursos do Rio Uberabinha, correspondente a área da bacia à montante da cidade de Uberlândia.

Segundo Costa (2009), a área drenada pelo Rio Uberabinha, a montante da cidade de Uberlândia, corresponde a um total de 1280 km² (Mapa 1). Deságua no Rio Araguari (margem esquerda), que por sua vez é afluente da margem esquerda do Rio Paranaíba, um dos formadores do Rio Paraná. A Bacia do Rio Uberabinha engloba áreas de três municípios da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, a saber: Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara. No entanto, apenas os dois primeiros fazem parte da área de estudo deste trabalho.

Mapa 1 – Localização da Bacia do Rio Uberabinha a montante de Uberlândia



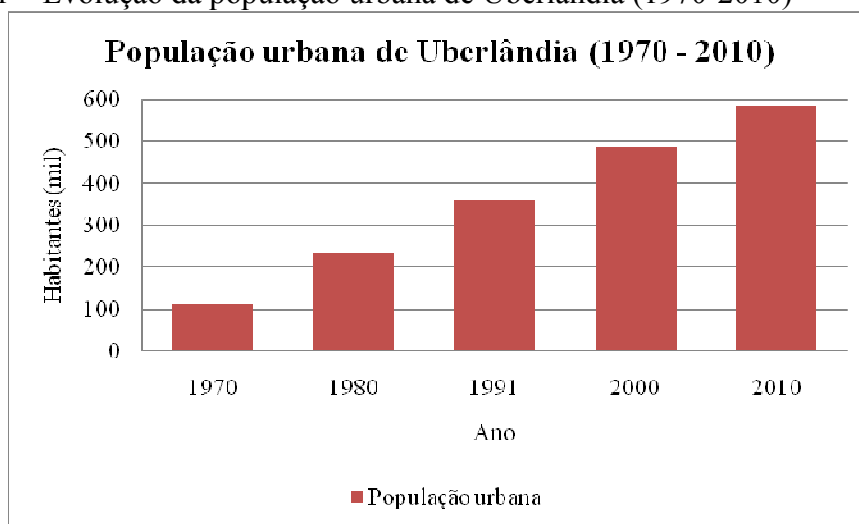
Fonte: COSTA, 2009.

O Rio Uberabinha e o seu principal afluente da margem esquerda (Bom Jardim) são os mananciais que abastecem, atualmente, a cidade de Uberlândia, sendo duas as estações de tratamento de água presentes uma em cada curso d'água (Mapa 1). A primeira estação de tratamento de água (ETA), que começou a operar em 1970, foi construída no Rio Uberabinha (ETA Sucupira). Já a segunda estação foi construída 16 anos depois (1986), no Ribeirão Bom Jardim (ETA Bom Jardim). Atualmente, elas abastecem uma população de aproximadamente 585.000 habitantes (IBGE, 2010).

Contudo, conforme pode ser observado no Gráfico 01, em 1970, quando a ETA Sucupira começou a operar, a população urbana era de aproximadamente 110.000 habitantes. Já quando a ETA Bom Jardim começou a captar água, a população era de aproximadamente 290.000 habitantes (Gráfico 01). Para abastecer a cidade de Uberlândia, o Departamento Municipal de Água Esgoto (DMAE), atualmente, capta e trata em média 3.000 litros por segundo, sendo 1.600 litros na ETA Bom Jardim e 1.400 litros/segundo na ETA Sucupira. Sabendo que a população abastecida é de aproximadamente 585.000 habitantes, a quantidade de água captada e tratada, em média, é de 440 litros/habitante/dia, sendo que, de acordo com o IGAM (2010), o consumo de água para o abastecimento público e atividades domésticas em cidades grandes (>250.000 habitantes) é de 150 a 300 litros/habitante/dia. Portanto, em Uberlândia o consumo está 46% (140 litros/habitante/dia) acima do limite considerado como uso racional.

A quantidade de água outorgada pelo IGAM ao DMAE para esses dois pontos de captação de água para o abastecimento público é de 5,7 m³/s, sendo que para a ETA Sucupira a vazão outorgada é de 3,7 m³/s e a ETA Bom Jardim tem a outorga de 2,0 m³/s.

Gráfico 01 – Evolução da população urbana de Uberlândia (1970-2010)



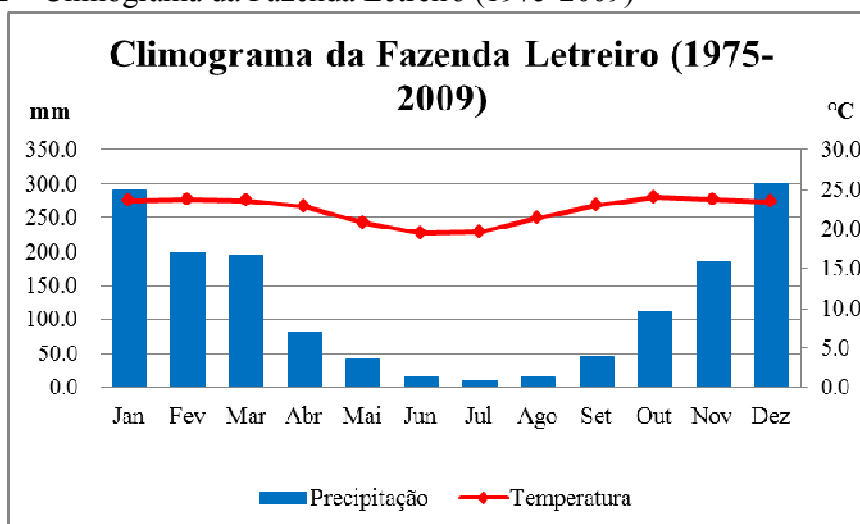
Fonte: Censo Demográfico de MG - 1940.
Anuário Estatístico de MG, 1982 apud Soares, 1988
Anuário Estatístico de Minas Gerais, 2002
Censo Demográfico (IBGE), 2010
Organizador: QUEIROZ, 2010.

De acordo com Ab' Saber (1971 apud BACCARO, 1991, p.37), a Bacia do Rio Uberabinha faz parte do Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central, já para o RADAMBRASIL (1983), a bacia faz parte no Planalto e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, inserida na subunidade Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná.

Segundo o IBGE (2009), na bacia predomina o bioma do Cerrado. Já para Ab' Saber (2003), na Bacia do Rio Uberabinha há predomínio do Domínio Morfoclimático dos Cerrados com chapadões tropicais interiores com cerrados e florestas-galerias.

O clima da Bacia do Rio Uberabinha possui duas estações bem definidas: verão quente e úmido e inverno seco e com temperaturas amenas. Conforme pode ser observado no Gráfico 02, os meses mais frios são junho e julho, apresentando uma temperatura média inferior a 20°C. No entanto, a temperatura média dos meses mais quentes é superior a 23°C, ultrapassando os 24°C em outubro, sendo que a temperatura média anual em Uberlândia é 22,4° C. Já em relação à média das precipitações, nota-se que nos meses de outubro a março (período chuvoso) ocorrem 86% do total de precipitação anual, enquanto que os outros 14% restantes ocorrem nos meses de abril a setembro (período seco), sendo que a média pluviométrica anual em Uberlândia é de 1494 mm.

Gráfico 02 – Climograma da Fazenda Letreiro (1975-2009)



Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.

Agência Nacional de Águas (ANA) – Estação 1948006 (Fazenda Letreiro) – Uberlândia (MG), 2010

Organizador: QUEIROZ, 2010.

METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os dados da Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados no seu portal Hidroweb, através do site <http://hidroweb.ana.gov.br/>, sendo os dados referentes às Estações Pluviométrica 1948006 e Fluviométrica 60381000 (Foto 1), ambas localizadas na Fazenda Letreiro, na latitude de 18°59'18" S e longitude de 48°11'25" W, em uma altitude de 800 metros. Especificamente, à jusante da captação da ETA Sucupira, responsável por parte do abastecimento urbano de Uberlândia, a uma distância de aproximadamente 2,5 Km da captação.

Os dados das estações utilizadas possuem 95% de consistência, índice que pode ser considerado satisfatório para um estudo dessa natureza. Além destas estações, foram utilizados, também, dados da Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no Campus Santa Mônica, da estação pluviométrica da Fazenda Inhumas do Chapadão, localizada no alto curso do Rio Uberabinha, cujas coordenadas são 19°18'05" latitude sul e 48°12'15" longitude oeste.

Foto 1 – Estações pluviométrica e fluviométrica da Fazenda Letreiro (Rio Uberabinha).



Autor: QUEIROZ, 2010

Foram analisados dados pluviométricos referentes às alturas pluviométricas e o número de dias com chuva no período de 1974 a 2009. A tabulação dos dados e elaboração de gráficos foram feitos no software Microsoft Office Excel.

Para o cálculo do balanço hídrico e a partir deste, a obtenção da deficiência, excedente hídrico e da evapotranspiração real, foi utilizada a metodologia proposta por

Thornthwaite & Mater (1955), cuja adaptação foi disposta em um software desenvolvido por Rolim e Sentelhas (1999), considerando a Capacidade de Água Disponível (CAD) nos solos de 100 mm, como padrão para todos os anos do período.

Os dados de temperaturas, utilizados no balanço hídrico, foram da Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia, cujas coordenadas são 18°55'01" S e 48°15'18" W, altitude de 869 metros, localizada a aproximadamente 10 Km da estação da Fazenda Letreiro.

Os dados de vazão analisados foram do período de 1976 a 2006, compreendendo, assim, uma série de 31 anos ininterruptos, sendo que para o cálculo das vazões médias, máximas e mínimas, bem como para elaboração da curva de permanência e hidrógrafa completa foi utilizado o software Siscah, disponível no site da ANA.

Além dos dados primários, foram levantados também dados secundários, através de pesquisa bibliográfica em livros, dissertações, artigos e sites que tratam do tema abordado neste trabalho.

O REGIME PLUVIOMÉTRICO

Ao analisar as alturas pluviométricas médias mensais, na Estação 1948006 (Fazenda Letreiro), no período de 1974 a 2009 (Tabela 1 e Gráfico 03), observou-se que os maiores índices pluviométricos ocorreram no período de outubro a março, totalizando 1281 mm médios anuais, o que equivale em média a 85% das chuvas anuais (1494 mm). Neste período, que corresponde à estação chuvosa, as precipitações médias mensais variaram entre 111 (outubro) e 300 mm (dezembro).

De abril a setembro, a pluviosidade diminuiu consideravelmente atingindo patamares relativamente baixos, representando os 15% restantes da média dos totais pluviométricos anuais, contribuindo assim, com apenas 213 mm para o total anual médio que é de 1494 mm. Nestes seis meses, que corresponde à estação seca local, os índices pluviométricos médios mensais variaram entre 11 mm em julho a 81 mm em abril (Gráfico 3 e Tabela 1).

Conforme o Gráfico 03, pode-se observar que, assim como as precipitações médias mensais, a média do número de dias de chuva mensal é maior no período de outubro a março, variando de 9 a 18 dias, correspondendo a 78% da média de dias de chuva no ano. Já de abril a setembro, no período mais seco, a variação foi de 2 a 7 dias.

Todavia, durante a estação seca é comum a ausência de registro de precipitações por longos períodos, havendo a possibilidade de até três meses sem chuvas, como é o caso dos anos de 1981, 1985, 1991 e 2008 (Tabela 1).

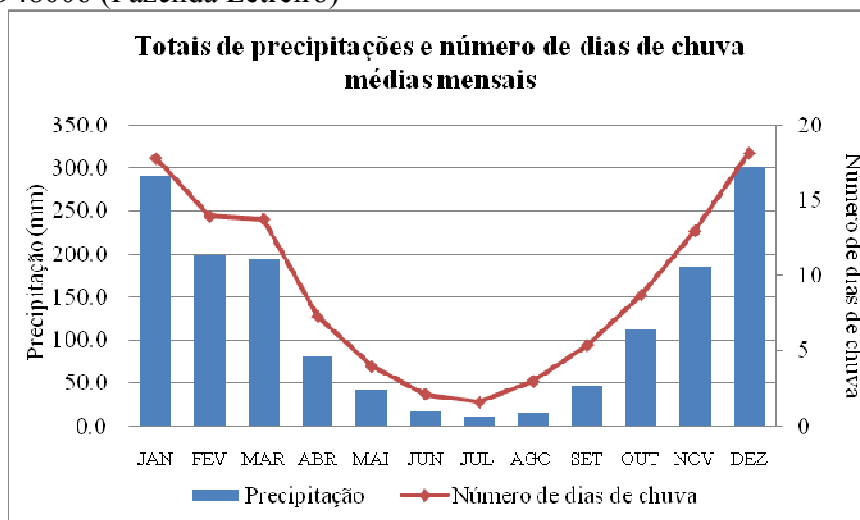
Na Tabela 1, notou-se que é comum nos meses de junho, julho e agosto não ocorrer registro de precipitação, sendo que nos 36 anos de dados, o número de anos sem chuva nesses meses é alto, com 12, 19 e 15 ocorrências em junho, julho e agosto, respectivamente. Ainda sobre os meses supracitados, observa-se no período de dados apresentados, que os totais pluviométricos mensais nunca ultrapassaram os 90 mm.

Tabela 1 – Totais de Precipitações Mensais (mm) em Uberlândia (MG) – 1974-2009

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1974				111	42	24	0	17	3	96	86	334	712
1975	244	196	77	125	52	28	17	0	0	113	235	276	1363
1976	139	249	214	30	68	0	5	20	26	78	215	400	1443
1977	235	72	143	117	25	8	0	4	43	137	216	112	1110
1978	246	157	64	78	58	26	10	0	66	137	209	298	1349
1979	252	247	152	45	25	0	29	0	84	83	177	242	1336
1980	327	259	85	85	12	63	0	27	58	40	210	311	1477
1981	266	86	161	18	2	64	0	0	0	227	206	297	1326
1982	535	142	305	54	95	29	16	29	63	112	168	359	1906
1983	407	290	174	123	51	1	60	5	79	172	221	293	1876
1984	119	159	191	72	50	0	0	37	70	83	262	232	1274
1985	437	85	263	83	10	0	0	0	24	25	125	148	1200
1986	145	110	202	68	41	0	44	84	22	87	45	465	1313
1987	279	137	288	52	26	12	1	6	69	151	208	359	1588
1988	202	274	116	50	27	12	0	0	16	166	34	248	1146
1989	150	288	130	65	17	15	89	21	52	34	332	324	1517
1990	162	146	117	35	91	0	46	51	47	72	167	164	1096
1991	220	155	325	94	5	0	0	0	21	58	119	277	1274
1992	391	342	123	141	60	0	0	10	106	264	367	255	2060
1993	253	223	148	46	20	66	0	16	71	125	112	464	1543
1994	231	55	349	55	23	15	8	0	5	156	121	267	1284
1995	160	470	169	46	121	7	0	0	37	72	77	304	1463
1996	206	206	125	49	48	7	0	3	78	65	258	130	1173
1997	399	104	244	61	18	85	0	0	39	103	297	288	1637
1998	195	210	180	94	71	0	0	53	1	120	116	192	1232
1999	248	154	287	58	9	7	0	0	61	31	186	234	1274
2000	361	252	316	70	0	4	13	8	110	75	130	211	1548
2001	269	94	174	22	68	2	1	76	18	111	228	446	1508
2002	256	331	115	6	36	0	1	0	39	50	183	414	1431
2003	712	137	315	160	55	0	0	7	35	63	257	198	1938
2004	254	238	73	124	15	17	20	0	2	102	138	454	1438
2005	487	43	183	109	93	42	0	7	58	70	201	273	1565
2006	218	230	369	217	31	0	0	21	77	288	307	525	2285
2007	503	222	137	59	18	28	31	0	13	130	197	287	1626
2008	193	272	295	226	64	0	0	0	40	206	86	367	1750
2009	481	325	182	85	61	36	12	54			156	351	1744
MÉDIA	291	199	194	81	42	17	11	15	47	111	186	300	1494
Nº de meses sem chuva	0	0	0	0	1	12	19	15	2	0	0	0	49

Fonte: ANA – Estação 1948006 (Fazenda Letreiro) – Uberlândia (MG), 2010
Organizador: QUEIROZ, 2010

Gráfico 03 – Totais de precipitações e número de dias com chuva médias mensais na Estação 1948006 (Fazenda Letreiro)



Fonte: Hidroweb/ANA, 2010.
Organizador: QUEIROZ, 2010

BALANÇO HÍDRICO

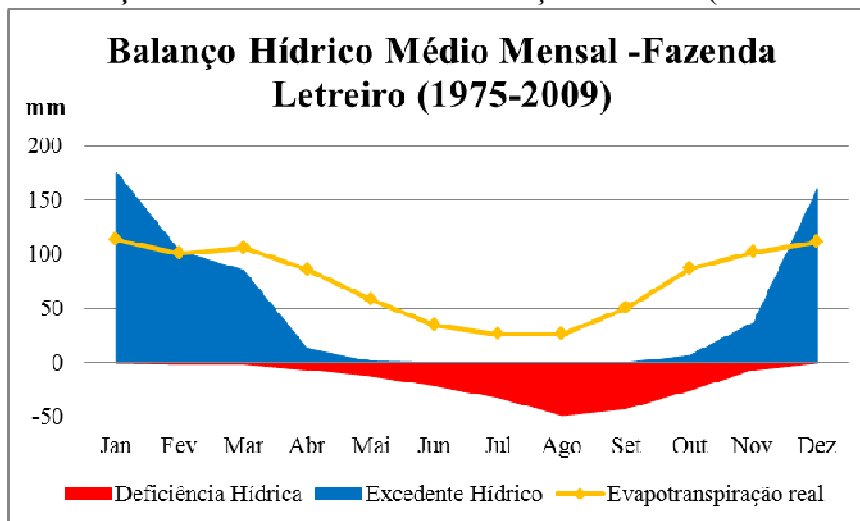
Analisando o Gráfico 04, referente ao balanço hídrico médio mensal, nota-se que os maiores excedentes hídricos ocorreram no período de dezembro a março, ultrapassando os 50 mm. Destaca-se, ainda, que os meses com maiores excedentes são dezembro e janeiro, excedendo 150 mm mensais. Já em relação à deficiência hídrica, os maiores índices ocorreram de junho a outubro, superando 20 mm, com os maiores déficits em agosto e setembro, superando 40 mm mensais.

Ao relacionar o excedente e a deficiência hídrica com o período chuvoso (Gráfico 03), verifica-se que a redução dos valores de excedente hídrico ocorreu concomitantemente com o final do período chuvoso nos meses de abril e maio, sendo que nesses meses iniciou um aumento gradativo da deficiência hídrica. No período de maio a setembro (período seco), os totais pluviométricos foram inferiores a 50 mm/mês, atingindo uma média de apenas 11 mm em julho, conseqüentemente, durante esses meses não foi registrado excedente hídrico. Em contrapartida, durante esse período a deficiência hídrica elevou-se gradativamente até atingir seu pico nos meses de agosto e setembro (superior a 40 mm). Nos meses subseqüentes (outubro e novembro), apesar de registrado média pluviométrica superior a 100 mm (Gráfico 03), nota-se a ocorrência de baixos índices de excedente hídrico (inferior a 40 mm) e deficiência atingindo 25 mm (Gráfico 04), sendo que nesses meses houve a elevação do excedente hídrico na mesma

proporção em que ocorreu a redução do déficit hídrico. Isso ocorreu pelo fato de um grande percentual do volume precipitado ser destinado a repor o déficit hídrico do solo, reduzindo o mesmo, que foi acumulado no período seco.

Ao analisar os índices de evapotranspiração real média mensal (Gráfico 04), pode-se observar que os maiores valores ocorreram de novembro a março, superando 100 mm, sendo que os fatores que influenciam para a ocorrência desses valores são disponibilidades de água para evapotranspiração (elevados totais pluviométricos) e período do ano em que há maior incidência de energia emitida pelo sol sobre a região, que corresponde ao verão no Hemisfério Sul. A partir do mês de abril, os índices de evapotranspiração real sofreram um declínio gradativo atingindo baixos valores no período de junho a agosto (inferior a 50 mm), pois ocorreu um processo inverso ao citado acima. Isso porque nesses meses há falta de água para evapotranspiração, devido a baixos índices pluviométricos, tanto no período como em meses anteriores (Gráfico 03) e pelo fato de ser a época do ano em que é menor a incidência de energia emitida pelo sol sobre a região, que corresponde ao inverno no Hemisfério Sul.

Gráfico 04 – Balanço hídrico médio mensal na Estação 1948006 (Fazenda Letreiro)



Fonte: Hidroweb/ANA, 2010.
Organizador: QUEIROZ, 2010

PRECIPITAÇÃO/VAZÃO

Para o cálculo de vazão foi adotado o período de 1976 a 2006, totalizando 30 anos de dados ininterruptos (Tabela 2). Correlacionando a precipitação e a vazão específica média mensal na bacia (Gráfico 05), observou-se que o acréscimo e declínio nos índices

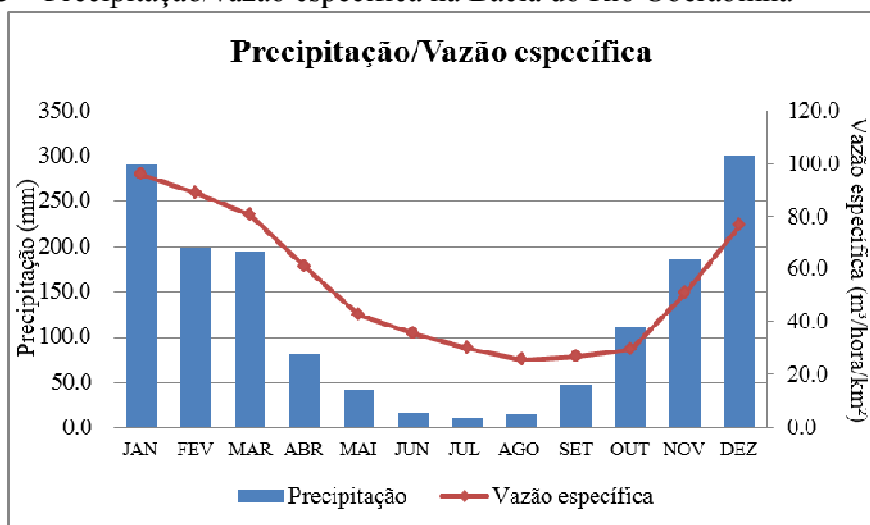
de vazões médias mensais e de precipitação média mensal ocorreram simultaneamente, sendo que os picos de precipitação média mensal ocorreram no período de outubro a março (período chuvoso); já os picos de vazão específica ocorreram de novembro a abril, devido à reposição da capacidade de armazenamento de água do solo (sobretudo em outubro) e, posteriormente, devido ao fator de retardo da água para percorrer todo o sistema hidrológico até o curso principal, de forma que o período de cheias se estende por mais um mês, chegando até abril (especialmente nos anos que o período chuvoso se prolonga). Ainda sobre a vazão, a área de estudo possui vazão específica média de 53,7 m³/hora/Km² ou 14,9 l/s/Km².

Tabela 2 – Vazões média mensal e extremas anuais (maiores e menores vazões por ano) em Uberlândia (MG) – 1976-2006

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	EXTREMA	
														MÁXIMA	MÍNIMA
1976	19,0	17,9	21,8	13,0	8,4	7,2	7,6	6,6	6,8	7,9	10,8	27,9	12,9	40,8	4,4
1977	24,4	13,5	11,3	13,3	8,5	7,0	5,3	4,2	4,7	5,5	34,6	22,4	12,9	88,1	3,9
1978	9,5	16,4	14,6	10,1	9,5	10,1	8,1	4,3	5,5	3,2		25,1	10,6	44,3	3,1
1979	19,7	29,8	14,8	11,2	10,6	10,6	8,9	7,5	9,0	6,6	10,8	9,7	12,4	68,1	4,6
1980	18,1	26,4	12,5	14,4	9,6	7,1	6,5	5,5	5,7	5,7	8,5	21,7	11,8	51,3	4,2
1981	24,2	14,3	11,0	11,1	7,1	8,0	5,6	5,5	3,7	10,8	14,8	23,9	11,7	50,5	2,7
1982	45,4	22,1	35,2	18,0	15,2	13,5	10,8	9,7	7,2	9,5	11,4	26,9	18,7	134,1	6,0
1983	43,9	46,6	35,0	31,7	19,5	16,7	14,5	11,1	15,2	23,8	24,9	35,2	26,5	140,5	9,4
1984	20,7	17,5	17,6	16,6	14,4	10,4	8,6	7,8	9,0	7,9	8,2	21,4	13,3	42,7	5,3
1985	44,2	20,7	29,8	15,6	10,5	9,2	8,3	7,4	7,5	4,9	7,9	9,5	14,6	175,5	3,1
1986	13,9	16,8	21,3	11,8	11,5	7,9	7,6	9,1	7,7	7,8	5,8	21,7	11,9	87,6	3,6
1987	18,8	21,2	20,6	17,3	7,8	6,8	5,8	5,0					12,9	44,6	4,5
1988									5,3	8,1	11,4	15,7	10,1	39,4	5,2
1989	16,6	20,2	15,2	8,8	7,2	6,0	5,7	5,6	5,1	3,9	7,4	23,7	10,5	76,1	3,4
1990	12,6	8,3	11,5	9,2	7,1	5,0	6,0	4,8	5,8	5,2	4,4	7,6	7,3	22,3	3,3
1991	16,1	29,5	33,1	36,6	11,5	8,7	8,3	6,4	5,0	6,4	7,4	15,4	15,3	69,4	3,9
1992	30,2	41,5	26,5	20,1	13,7	9,9	9,4	7,5	9,5	12,4	34,1	21,5	19,7	91,9	7,0
1993	15,9	31,3	23,1	26,1	12,9	14,6	9,7	8,2	9,1	10,6	11,9	16,2	15,8	68,5	7,2
1994	34,8	15,5	26,5	16,4	12,6	9,2	8,0	7,4	6,3	6,9	9,0	18,8	14,3	82,9	4,1
1995	12,4	41,6	18,2	13,6	15,4	8,6	7,2	5,6	5,1	5,5	7,4	15,4	13,0	88,5	4,5
1996	23,9	12,8	16,0	9,9	7,7	6,5	5,9	5,4	6,7	3,7	12,2	13,2	10,3	47,3	2,7
1997	28,9	15,8	15,9	13,8	9,0	10,9	7,0	5,6	4,8	6,3	7,6	23,0	12,4	75,2	3,5
1998	23,3	19,2	15,4	11,3	9,2	8,1	5,8	5,7	4,0	6,2	9,4	14,3	11,0	45,8	3,3
1999	23,3	11,9	23,8	12,5	7,4	7,1	6,0	4,5	6,5	4,1	7,4	9,0	10,3	46,2	3,6
2000	32,2	38,2	38,6	19,5	11,1	9,6	8,8	7,2	11,2	6,0	9,5	17,8	17,5	146,0	4,3
2001	13,9	10,3	11,8	7,8	6,2	5,7	2,8	3,4	4,1	8,1	11,1	16,5	8,5	37,9	2,4
2002	42,4	35,1	21,2	10,9	8,5	6,8	6,2	5,6	5,8	4,8	11,4	25,1	15,3	146,0	3,6
2003	50,1	35,8	29,1	18,1	14,6	10,7	9,0	8,6	9,1	8,8	23,7	23,4	20,1	96,0	7,0
2004	16,4	22,6	16,0	18,5	12,2	11,6	9,3	7,0	4,7	7,8	12,7	21,9	13,4	49,1	3,8
2005	24,8	15,8	15,5	12,5	11,2	10,4	8,6	7,8	7,5	4,7	12,3	20,9	12,7	48,1	3,6
2006	11,9	14,1	17,9	19,9	13,3	9,6	8,3	7,1	8,7	15,8	16,8	26,4	14,1	42,3	6,3
MÉDIA	24,4	22,7	20,7	15,6	10,8	9,1	7,6	6,6	6,9	7,6	12,6	19,7	13,7	73,8	4,4

Fonte: ANA – Estação 60381000 (Fazenda Letreiro) – Uberlândia (MG), 2010
Organizador: QUEIROZ, 2010

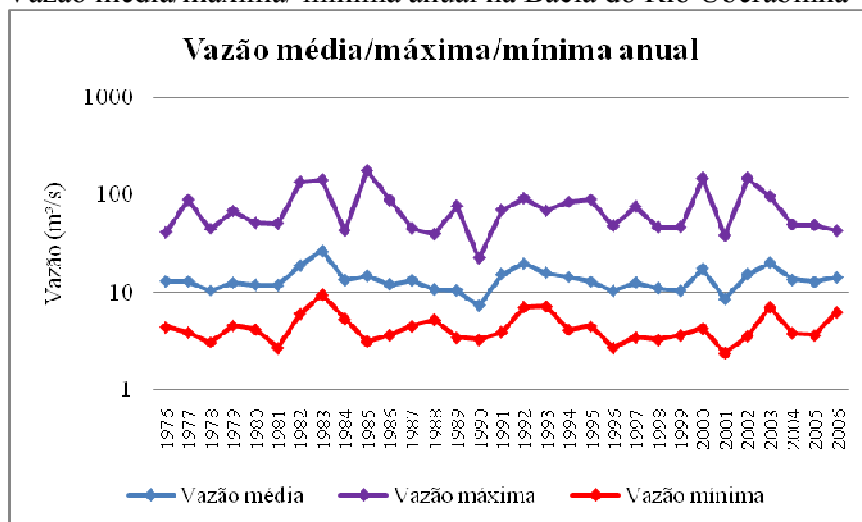
Gráfico 05 – Precipitação/vazão específica na Bacia do Rio Uberabinha



Fonte: Hidroweb/ANA, 2010.
Organizador: QUEIROZ, 2010

Foram analisadas também as vazões média, máxima e mínima anual, no período de 1976 a 2006 (Gráfico 06 e Tabela 2). No que diz respeito aos maiores índices de vazões, conforme pode ser observado no Gráfico 06 e Tabela 2, as mesmas ocorreram nos anos de 1982, 1983, 1992, 2000 e 2003. Já os menores índices de vazão, ocorreram nos anos de 1990 e 2001.

Gráfico 06 – Vazão média/máxima/ mínima anual na Bacia do Rio Uberabinha



Fonte: Hidroweb/ANA, 2010.
Organizador: QUEIROZ, 2010

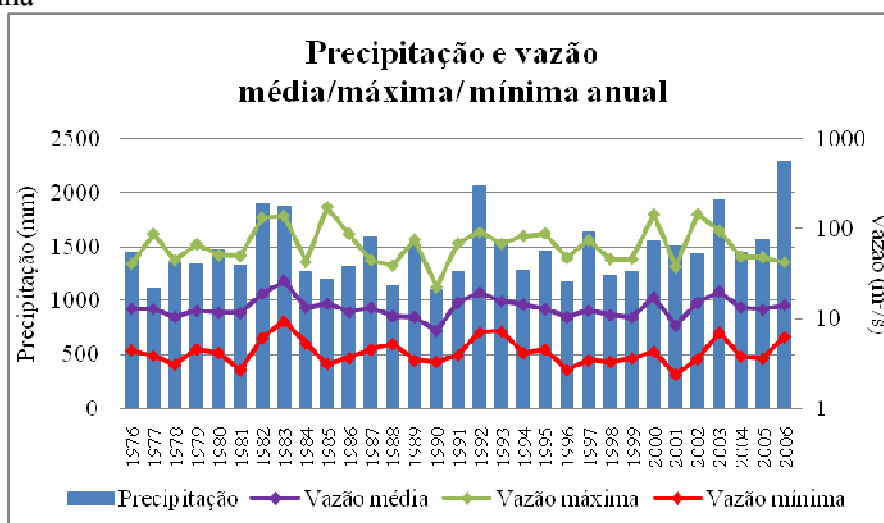
Quando se correlaciona os dados de vazão média, máxima e mínima anual com os dados de precipitação (Gráfico 07), notou-se que os maiores índices pluviométricos

anuais ocorreram nos anos de 1982, 1983, 1992, 2003 e 2006, superando os 1900 mm, visto que na maioria dos anos coincidiram os maiores índices de vazão média com os de precipitação, exceto no ano de 2000, em que o índice de vazão foi acima da média. No entanto, o índice pluviométrico, na estação da Fazenda Letreiro, ficou dentro da média. Por outro lado, na Fazenda Inhumas do Chapadão, localizada no alto curso do Rio Uberabinha, foi registrado precipitação anual de 1982 mm, fato que contribuiu para a ocorrência de vazão acima da média. Já em 2006, o índice pluviométrico pode ser considerado alto, enquanto que os índices de vazão ficaram dentro da média, isso pode ser explicado pelo fato de os índices pluviométricos somente refletirem na vazão do ano subsequente (2007), que no caso não há dados disponíveis para análise.

Por outro lado, os menores índices pluviométricos anuais ocorreram nos anos 1977, 1988, 1990 e 1996 (Tabela 1 e Gráfico 07) com alturas pluviométricas anuais inferiores a 1200 mm, sendo que apenas no ano de 1990 coincidiu com um índice de vazão baixo. Notou-se que no restante dos anos, apesar de o índice pluviométrico registrado ser considerado abaixo da média, a vazão média não registrou anormalidade, pois neste caso podem ter ocorrido precipitações acima da média no alto curso do Rio Uberabinha. Embora, essa implicação pode ser devida ao fato de não haver dados pluviométricos nessa área, não é possível comprovar tal hipótese.

Deve-se destacar que nos anos de 1982 e 1983 foi verificada a ocorrência de um intenso “El Niño”, cuja influência afetou os índices pluviométricos em todo o Brasil, com o registro de chuvas muito acima ou muito abaixo da média histórica. Regionalmente o que se observou foram precipitações muito acima da média histórica.

Gráfico 07 – Precipitação e vazão média/máxima/ mínima anual na Bacia do Rio Uberabinha

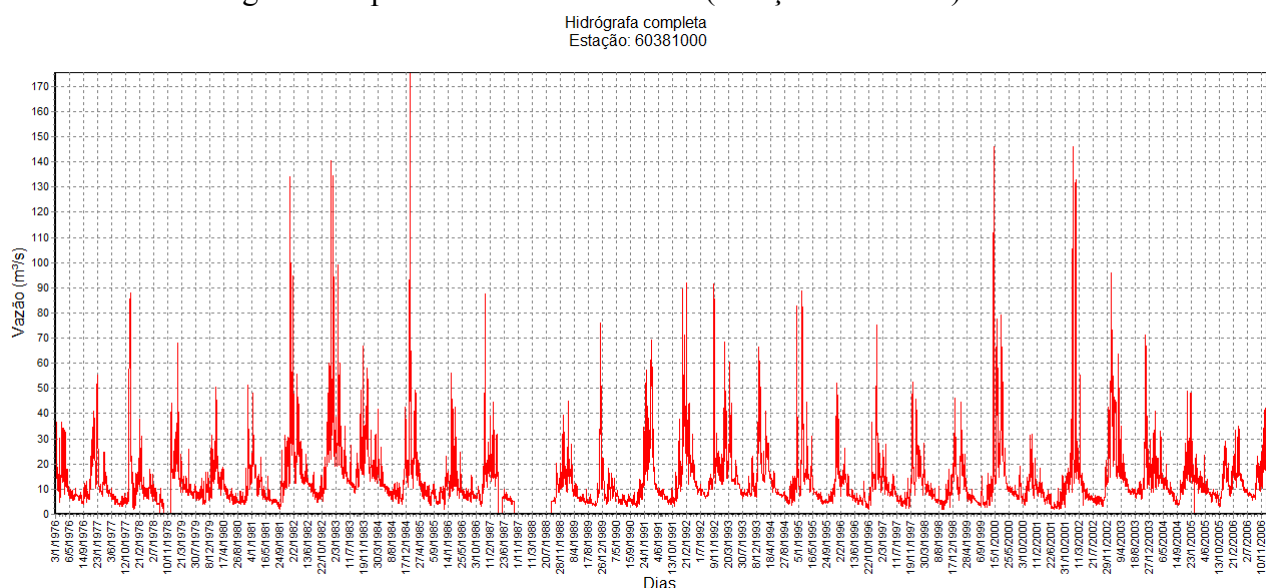


Fonte: Hidroweb/ANA, 2010.
Organizador: QUEIROZ, 2010

No Gráfico 08 é apresentada a hidrografa completa do período de análise (1976 a 2006). Nota-se que os principais picos de vazão ocorreram nos dias 01/04/1982, 20/01/1983, 27/01/1985 (máxima vazão, 175,5 m³/s), 01/05/2000 e 20/01/2002. Quanto a esses picos observa-se que:

- no primeiro caso (01/04/1982), o período chuvoso (outubro a março) de 1981/82 acumulou 1711 mm, 33% acima da média histórica, que culminou no pico de vazão verificado no dia 01/04/1982;
- no caso do dia 20/01/1983, no dia anterior foi registrado precipitação de 125 mm, sendo esse pico de vazão consequência desse evento pluviométrico concentrado;
- no dia 27/01/1985, verifica-se que os 20 dias que antecederam essa data acumularam um total pluviométrico de mais de 300 mm, sendo que no dia 23 foi registrado precipitação de 97 mm;
- no caso do dia 01/05/2000, não foi verificado nenhum evento que mereça destaque. No entanto, a causa desse pico pode estar relacionada a elevados índices pluviométricos no alto curso do rio, sendo que tal fato fica impossível de ser comprovado devido a falta de dados pluviométricos em outras áreas da bacia à montante da Fazenda Letreiro.
- no caso do pico registrado no dia 20/01/2002, nota-se que nos 7 dias que antecederam esse pico de vazão houve um acúmulo total pluviométrico de 160 mm, que contribuiu para a ocorrência dessa vazão.

Gráfico 08 – Hidrográfa completa na Fazenda Letreiro (Estação 60381000)



Fonte: ANA, 2010.

Organizador: QUEIROZ, 2010

CURVA DE PERMANÊNCIA

No Tabela 03, verificou-se que em 95% do tempo, do período estudado (1976 a 2006), a vazão estava igual ou acima de 4,18 m³/s. Conforme aumenta a vazão a probabilidade de ocorrência da mesma diminui, chegando a vazão de 10,21 m³/s, cuja probabilidade de ocorrência de vazão igual ou superior é de 50%.

Tabela 03 – Vazão x permanência na Fazenda Letreiro (Estação 60381000)

Permanência (%)	Vazão (m ³ /s)
95	4,18
90	5,03
85	5,65
80	6,34
75	7,04
70	7,63
65	8,15
60	8,77
55	9,45
50	10,21

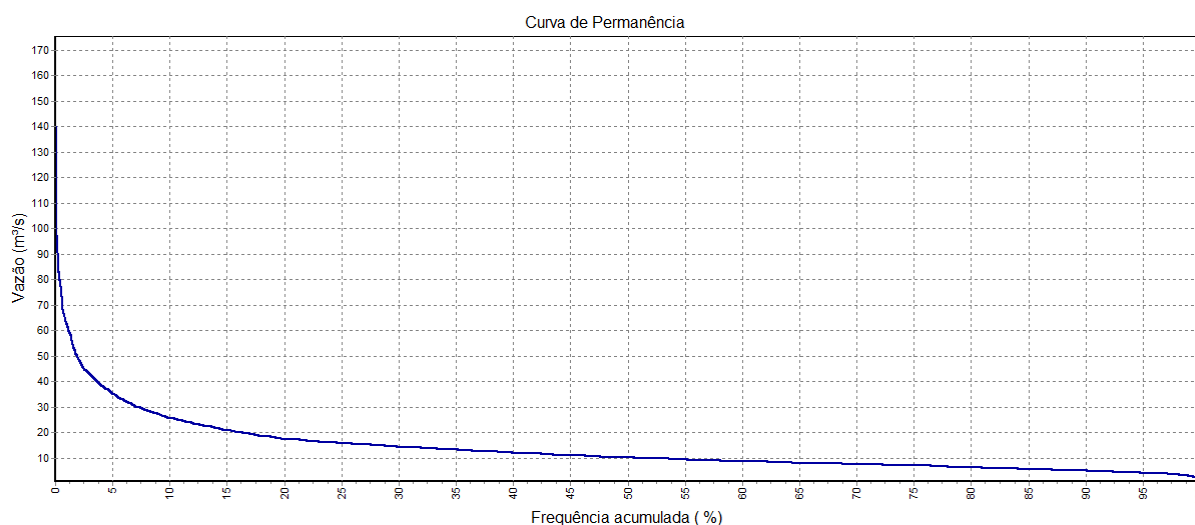
Fonte: ANA, 2010.

Organizador: QUEIROZ, 2010

Analisando a curva de permanência (Gráfico 09), observou-se que há um forte declínio nos valores de vazão até atingir uma frequência acumulada de 10%, visto que a curva se torna um pouco mais retilínea a partir dos 15%. Isso acontece quando há a probabilidade de ocorrência de vazões elevadas serem pequenas.

Entre 15 e 95%, a curva se torna um pouco mais retilínea indicando que a maior parte do tempo as vazões ocorreram nesse intervalo. Após os 95% há um pequeno declínio que representa as vazões mínimas ocorridas no período.

Gráfico 09 – Curva de permanência na Fazenda Letreiro (Estação 60381000)



Fonte: ANA, 2010.

Organizador: QUEIROZ, 2010

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No alto e médio curso do Rio Uberabinha observou-se que o regime pluviométrico e os índices de vazão estão intimamente interligados. Assim, nota-se que a ocorrência de evento adverso (aumento ou escassez em relação aos totais pluviométricos registrados), em uma das linhas do ciclo hidrológico, afetará todo o ciclo (sistema), alterando todo o meio natural que de alguma forma é dependente da água e de sua disponibilidade no tempo e espaço.

No que diz respeito aos usos múltiplos de recursos hídricos na Bacia do Rio Uberabinha, vale destacar o abastecimento público da cidade de Uberlândia, cujo crescimento populacional, nas últimas décadas (1970-2010), têm se mostrado acentuado, pois, conforme foi descrito neste trabalho, a quantidade média de água captada para o abastecimento público é de 3 m³/s. No entanto, a vazão outorgada pelo

IGAM é de 5,7 m³/s, ou seja, o DMAE capta em média 53% do total outorgado. No que se refere aos dados de vazão na Fazenda Letreiro, nota-se que durante os 31 anos de dados, apenas em 3 anos (1981, 1996 e 2001) a vazão mínima foi menor que a vazão outorgada para a captação de Sucupira (3 m³/s). Contudo, a estação fluviométrica se encontra aproximadamente 2,5 Km a jusante dessa captação de água, que conforme citado neste trabalho, atualmente capta-se, em média, 1,4 m³/s para a ETA Sucupira.

Ainda sobre este uso da água, conforme foi descrito neste trabalho, atualmente, o consumo em Uberlândia, em média, é de 440 litros/habitante/dia, que pode ser considerado alto, tendo em vista que em cidades de porte médio (>250.000 habitantes), como é este caso, o consumo considerado racional (normal) é de 150 a 300 litros/habitante/dia. Portanto, em Uberlândia o consumo está 46% (140 litros/habitante/dia) acima do limite (300 litros/habitante/dia). Em função desse limite considerado como uso racional, pode-se dizer que com a quantidade de água captada (3m³/s) para o abastecimento público em Uberlândia seria possível abastecer uma população de 864.000 habitantes, ou seja, com esta quantidade de água abasteceria uma população 32% maior, com aumento de 279.000 habitantes. Verifica-se, portanto, a necessidade de ações que visem à redução dos índices de consumo ou um consumo mais racional da água tratada em Uberlândia.

A partir do que foi descrito neste trabalho, cabe aos gestores públicos juntamente com a sociedade civil, gerirem os recursos hídricos através do monitoramento constante desta bacia, incluindo o uso do solo e das atividades que de alguma forma alteram a quantidade e qualidade da água, dispondo de informações para disciplinar e ordenar o uso sustentável das atividades realizadas localmente, visando, ainda, à manutenção dos mananciais locais. Além disso, possibilitar o desenvolvimento de estratégias para o uso e consumo racional da água pelos vários usuários de água na bacia, desde o irrigante até o consumidor urbano de água tratada.

* Arlei Teodoro de Queiroz – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia/Instituto de Geografia/UFU. Especialista em Gestão de Recursos Hídricos no Brasil pela UFU.

E-mail: arliteodoro@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS

AB' SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **HIDROWEB** – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 15 mar. de 2010.

BACCARO, C. A. D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro estudo preliminar. **Sociedade e natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 37-42, 1991.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 177-241.

CASTILLO, R. M. Manejo comparativo del agua: convencional y sustentable. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, n. 40, p. 69-81, 2002.

COSTA, F. P. M. **Utilização de sistemas de informação geográfica na identificação de áreas vulneráveis à contaminação do lençol freático: o caso da bacia do alto e médio curso do rio Uberabinha – MG**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia. Disponível em: <http://www.dmae.mg.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2010.

GARCEZ, L. N. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1967.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: www.igam.mg.gov.br. Acesso em 20 dez. 2010.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IGAM, 2010. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/outorga/manual/manual-de-outorga.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#GEOG. Acesso em: 15 dez. 2010.

LCRH-UFU – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia. **Banco de dados climatológicos**. Uberlândia, 2010.

MARTINS, A. P. **Bacia do Ribeirão Cachoeira de Cima, Itapagipe (MG):** avaliação ambiental integrada e alternativas de uso. 2009. 225f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

MENDES, P. C. **Gênese e estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG.** 2001. 258 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2001.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Conjunto de Normas Legais: Recursos Hídricos.** 6 ed. Brasília: MMA, 2008. 466 p.

MINAS GERAIS. Fundação João Pinheiro. **Anuário estatístico de Minas Gerais 2000-2001.** Belo Horizonte, v. 9, 2002. 584 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Disponível em: www.uberlandia.mg.gov.br. Acessado em: 30 ago. 2010.

PINTO, N. L. de S. et al. **Hidrologia básica.** São Paulo: Edgard Blücher, 1976.

RADAMBRASIL. **Folha SE.22 Goiânia;** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro: 1983. v.31.

ROLIM, G. S. & SENTELHAS, P. C. **Balço hídrico normal por Thorntwaire & Mather (1955).** Piracicaba: ESALQ/USP – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Meteorologia, 1999 (programa para Excel v. 6).

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. P. 35-51.

SOARES, B. R. **Habitação e produção do espaço em Uberlândia.** 1988. 236 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

THORNTHWAITE, C. W. MATHER, J.R. **The water balance.** Climatology, Drexel Institute of Tecnology, 1955. 104p.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. Evaporação e evapotranspiração. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 253-287.