

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS QUALIQUANTITATIVOS DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MARIMBONDO, UBERLÂNDIA (MG)

Juliana Gonçalves Santos
Mestranda em Geografia- UFU
juliana.udi@hotmail.com

Luiz Antônio de Oliveira
Doutor em Geociências
Professor da Universidade Federal de Uberlândia
luizantonio@ig.ufu.br

RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo avaliar a os aspectos qualiquantitativos das águas da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. Para avaliar a disponibilidade hídrica foram instalados vertedouros triangulares, no qual foram feitas leituras de vazão durante um ano. Foram retiradas também, amostras de água em dois pontos nos córregos Marimbondo e Moreno para caracterização hidroquímica. A disponibilidade hídrica da bacia está diretamente associada à sazonalidade climática, sendo que, na estação chuvosa a vazão é maior, chegando a 46 m³/h na nascente do Córrego Desconhecido. No período de estiagem, a drenagem superficial é mantida pela contribuição de água subterrânea, sendo a disponibilidade de água menor, 1,9 m³/h no Córrego dos Morenos. Em relação á vazão específica, a bacia mais eficiente em relação à produção hídrica foi o córrego Vazante com vazão específica de 23,38, seguida do córrego dos Morenos, com 15,96, e por último, o córrego Desconhecido, com 4,55 de vazão específica. A partir dos resultados da análise hidroquímica da água de dois pontos na bacia, a água pode ser classificada como bicarbonatada magnesiana cálcica. Não foram encontrados traços de resíduos de agrotóxicos ou outro contaminante nas amostras analisadas.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Córrego Marimbondo. Parâmetros qualiquantitativos.

ANALYSIS OF QUALI-QUANTITATIVE ASPECTS OF THE MARIMBONDO WATERSHED, UBERLÂNDIA (MG)

ABSTRACT

The following work aims evaluate the quali-quantitative aspects of the watershed of the Marimbondo stream, located in Uberlândia county at Minas Gerais state. To evaluate the hydric availability, were installed triangular spillways, being realized some flow readings during a year. Were also collected, samples of water in two points at Marimbondo and Moreno stream to characterize the hydro chemical approaches. The hydric availability of the watershed is straight linked to the climatic seasonality, being that, during the wet season the flow is bigger, reaching 46 m³/h at the source of the unknown stream. During the dry season, the superficial drainage is maintained by the underground water, being the availability of water more small, 1,9 m³/h at Moreno's stream. Relative to the specific flow, the more efficient watershed comparing to the hydric production was the Vazante stream with 23,38 of specific flow, then Moreno, with 15,96, and the last, the unknown reaching 4,55 of specific flow. From hydro chemical results of two points of analysis of the watershed, the water can be classified as bicarbonated magneasian calcic. There were not found traits of pesticide waste or other contaminant in the analyzed samples.

Key words: Watershed. Stream Marimbondo. Quali-quantitative aspects.

Recebido em 19/04/2013
Aprovado para publicação em 07/04/2014

INTRODUÇÃO

A água é premissa fundamental à existência da vida, participando em quase todos os processos ambientais. Além disso, a água é um recurso, que se destina a diversos usos, desde as necessidades mais básicas das populações humanas até usos mais complexos, tais como produção industrial, agrícola e energia. Em relação aos setores de usuários, o uso doméstico é o menos representativo, sendo que, os setores que mais consomem são a agricultura, a produção de energia elétrica e a indústria. (BRASIL, 2001).

A demanda por água está condicionada ao crescimento e o desenvolvimento das populações, tendo sido mais expressiva a partir da Revolução Industrial, quando se incorporou a água no processo produtivo e cita-se também, o excepcional crescimento demográfico até então incipiente. Porém, esse processo não foi acompanhado de uma gestão eficiente dos recursos naturais, nem da preservação dos mananciais hídricos em seus aspectos quali-quantitativos. Segundo Pitton (2003), a água se torna cada vez mais insuficiente para atender a crescente demanda em função do crescimento populacional, do desperdício, do crescente uso nas cidades e na agricultura.

A partir do momento em que a disponibilidade de água é insuficiente perante a demanda dos diferentes usuários, ocorre a escassez da mesma e situações de conflitos de interesses entre os diferentes usuários passam a ser frequentes. A escassez de água está condicionada às desigualdades sociais e a inexistência de manejo e usos sustentáveis desse recurso. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2008).

Em decorrência da falta de manejo dos recursos naturais, atualmente vários cursos d'água encontram-se degradados de diversas formas. Conforme Camargo e Pereira (2003), os sistemas aquáticos são extremamente vulneráveis aos impactos causados pelas atividades urbanas, sendo, o lançamento de esgoto doméstico, o principal fator de poluição da água em áreas urbanas. Além da poluição por esgotos, as coleções hídricas ainda são contaminadas por agrotóxicos utilizados nas atividades agrícolas e efluentes resultantes de atividades industriais.

Para propor a gestão dos recursos hídricos, primeiramente é necessário conhecer a dinâmica da água no ambiente. Para isso, a bacia hidrográfica funciona como um sistema natural integrado, que sofre mudanças diretas ou indiretas a partir da alteração de algum dos seus elementos, devido à interdependência entre os mesmos. Nesse sentido, de acordo Valente e Castro (1981), a bacia hidrográfica constitui um modelo para estudo e planejamento integrado dos recursos naturais renováveis. Tucci (2004, p. 40) define o conceito de bacia hidrográfica:

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como 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 vertentes e de uma drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um único leito.

O equilíbrio ambiental de determinada bacia é fundamental na manutenção da disponibilidade de água. No planejamento de bacias, o levantamento de variáveis físicas e químicas e a qualidade da água constituem um importante indicador de eficiência das atividades nela realizadas, Câmara (1999). Segundo Donadio (2005), o uso de indicadores físico-químicos da qualidade da água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia, sendo elas de origem antrópica ou natural.

Para a avaliação da disponibilidade hídrica, a análise do escoamento superficial fornece importantes indicadores. Segundo Villela e Matos (1975), o escoamento superficial compreende desde o excesso de precipitação até o escoamento do próprio rio. Dentre os fatores que tem influência sobre o escoamento superficial, estão os de natureza climática como a intensidade e a duração da precipitação e os fatores fisiográficos como a área, a forma, a permeabilidade e a topografia da bacia.

Sendo assim, dentre as ações que tem por objetivo a manutenção da qualidade da água estão: a caracterização ambiental, investigação da capacidade de regulação do sistema e a atualização do processo de gestão. Além disso, o monitoramento é uma ação importantíssima no levantamento de informações para a definição de práticas aplicadas à manutenção da qualidade das águas. (CÂMARA, 1999).

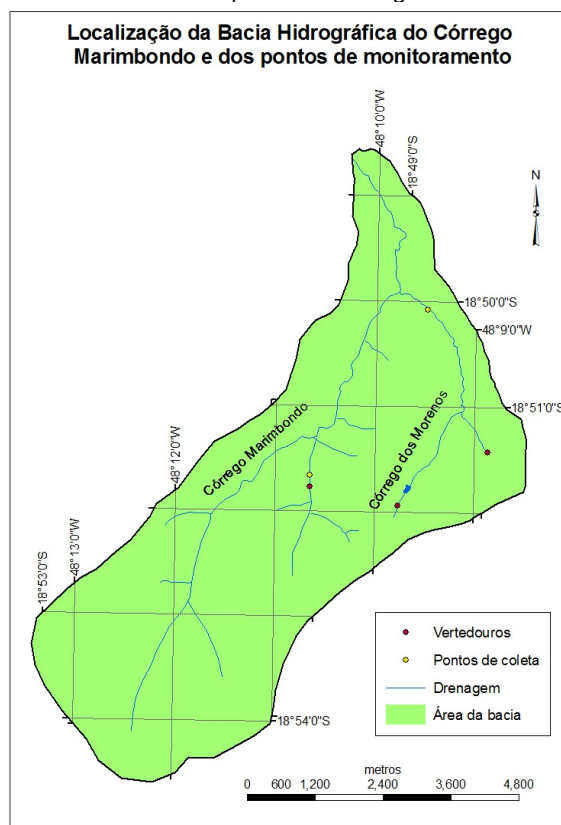
Em se tratando de gestão de bacias, um dos problemas encontrados é a escassez de dados de monitoramento de variáveis ambientais, considerando que são importantes para fundamentar ações de controle e nortear decisões. Nesse sentido, a realização de pesquisas que produzem dados primários é importante, pois, com a falta de dados disponíveis para a mensuração da disponibilidade hídrica, várias metodologias são utilizadas com uma grande margem de incerteza.

Partindo da importância do estudo em bacias hidrográficas para a avaliação da disponibilidade e qualidade hídrica e, de modo a oferecer subsídios para o planejamento e gestão dos recursos naturais, esse trabalho tem por objetivo avaliar os aspectos quali-quantitativos das águas da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo.

MATERIAS E MÉTODOS

A bacia do Córrego Marimbondo possui uma área de 39 km² que está localizada na porção norte do município de Uberlândia, sendo delimitada pelas coordenadas geográficas de latitude 18° 54' 32"/ 18° 48' 39" S e longitude 48° 08' 30"/ 48° 13' 03" O. Os principais tributários são os córregos Marimbondo e o Córrego dos Morenos com extensão de 12,6 km e 4,7 km, respectivamente. Na Figura 1 podem ser observados, além da localização da bacia, os postos de monitoramento de vazão e qualidade das águas, que foram utilizados na pesquisa.

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo e dos pontos de monitoramento de vazão e qualidade das águas.



Em relação à etapa de mapeamento, a base cartográfica da área foi elaborada a partir da carta topográfica Folha Uberlândia SE 22-Z-B-VI MI 2451, escala 1:100.000, datum SAD-69, fuso 22S, (IBGE, 2010). Posteriormente a escala foi retificada para 1:20.000 utilizando-se imagem multiespectral do satélite ASTER, resolução espacial de 15 m, convertida para o datum SAD-69, fuso 22S, composição colorida 1B2R3G.

Os planos de informações, drenagem e área da bacia, foram materializados em feições gráficas vetorizadas no ambiente do SIG ArcGis 9.3. A análise dessas feições ofereceu subsídios para elaboração dos trabalhos de campo, determinação da posição de locação dos pontos de monitoramento de vazão e de coleta de amostras de água para análises hidroquímicas.

Realizou-se uma série de trabalhos de campo a fim de levantar os pontos mais propícios para a instalação dos vertedouros triangulares e a escolha dos pontos para coleta de água e análise química, considerando-se a extensão das bacias analisadas, a densidade de nascentes e dos cursos d'água.

Foram instalados vertedouros em três pontos de monitoramento de vazão, nas áreas de nascentes, sendo um na sub-bacia do Córrego Marimbondo e os outros dois na sub-bacia do Córrego dos Morenos (Figura 1). Na sub-bacia do Córrego dos Morenos foram instalados vertedouros nas nascentes dos córregos Moreno e Vazante. Na sub-bacia do Córrego Marimbondo, o vertedouro triangular foi instalado na nascente do Córrego Desconhecido, afluente da margem esquerda do Córrego Ressaca.

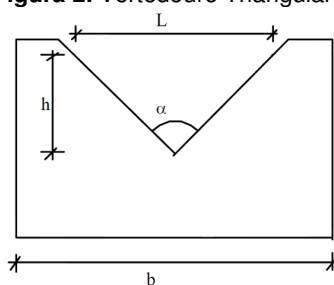
O vertedouro triangular (Figura 2) é fabricado em chapa metálica com abertura ou entalhe na forma de "V", de ângulo conhecido, por onde o fluido escoar, possibilitando medir a vazão de um determinado canal. Existem diversos tipos de vertedores, para as áreas de nascente onde o fluxo de água é abaixo de 30 l/s, com cargas entre 0,06 e 0,50 m, o vertedouro triangular de Thompson é o mais indicado, sendo utilizado por diversos pesquisadores. Segundo Villela e Mattos (1979, p. 110) "Em se tratando de um curso de água de dimensão muito reduzida, aconselha-se utilizar um vertedor triangular, a fim de se obter melhor precisão". Garcez e Alvarez (1999, p. 228) também comentam sobre a medição de vazão a partir de vertedores:

A construção de um vertedor no leito do rio permite a determinação das vazões a partir unicamente da cota da lâmina da vertente. Se for utilizado um vertedor padronizado (tipo Thompson, Scimemi, etc), a vazão é calculada diretamente através de gráficos ou tabelas com razoável precisão.

Segundo Villela e Matos (1975) o trecho ideal do córrego para a instalação do vertedouro é um trecho retilíneo da corrente, com fluxo d'água pequeno. Para a instalação do vertedouro, o ideal é que o leito seja bem encaixado de forma a garantir que toda a água passe por ele.

A Figura 2 demonstra as características do vertedouro triangular, que constitui uma parede delgada, podendo ser feito de aço ou alumínio, possuindo largura (b) de acordo com a largura do leito. O vertedouro possui um corte em "V" ao centro, de comprimento (L), com ângulo (α) variável, sendo preferenciais para análise dos cálculos, os valores de 60 e 90°. A chapa do vertedouro é instalada no leito da drenagem, de forma que o fluxo da água seja orientado para o centro da mesma. À montante do vertedouro, no limite entre o fluxo barrado e o corrente, foi cravada uma haste de aço no leito fluvial, de modo que sua ponta superior esteja posicionada no mesmo nível da base do corte, ou base do "V" do vertedouro.

Figura 2. Vertedouro Triangular.



Instalados o vertedouro e a haste de ferro, as leituras foram feitas uma vez por semana compreendendo o período de onze meses 12/10/2011 a 26/08/2012, utilizando-se uma trena metálica ou régua com escala milimétrica, anotando-se a altura da lâmina d'água acima da ponta da haste. O valor da vazão foi obtido pela fórmula de Thompson:

$$Q = 1,4 \cdot (\tan \alpha / 2) \cdot h^{2,5} \quad (1)$$

Onde:

Q= vazão em m³/h

H= altura da lâmina d'água em (m), acima da base do corte do vertedouro;

α = ângulo do corte do vertedouro

Para análise das vazões, os dados foram organizados na forma de hidrograma. De acordo com Bertol (2007, p. 36) “O hidrograma é a denominação dada ao gráfico que relaciona a variação da vazão em função do tempo ($Q = f(t)$). O hidrograma permite verificar a máxima vazão e os momentos que separam o escoamento superficial do escoamento de base, sendo que, uma das maneiras mais simples de se verificar é a inspeção visual, visto que a recessão tende a seguir uma equação exponencial, numa escala logarítmica, a mesma tende para uma reta. Dessa forma, quando ocorre uma modificação significativa da declividade da reta de recessão, o escoamento de base é identificado. (TUCCI, 2004).

Além disso, foi calculada a vazão específica em relação aos três pontos específicos de captação. Para isso, foi calculada a área de captação de cada vertedouro, relacionando com o escoamento superficial médio, como pode ser verificada na fórmula a seguir, onde: Q_{esp} = vazão específica, Q = vazão (m^3/h) e A = área (Km^2). (TUCCI, 2013).

$$Q_{esp} = Q/A \quad (2)$$

Para caracterização do regime climático da área de estudo foram utilizados dados da estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia (LCRH, 2011), visto que, é a estação mais próxima da área de estudo. Os dados analisados para confecção do climograma compreenderam uma série histórica de quinze anos (1997 a 2011). Para confecção do gráfico do balanço hídrico-climatológico foi adotada a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Armazenamento (CAD) igual a 100 mm. Para a manipulação dos dados, foi empregado o software elaborado por Rollin & Sentelhas (1999), na Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). Para comparação do regime pluviométrico com os dados de vazão foram selecionados dados de onze meses, de 12/10/2010 a 26/08/11, o mesmo período de coleta dos dados de vazão.

Relativo à análise hidroquímica foram retiradas duas amostras de água no dia 18/03/2011, no qual foram considerados os seguintes aspectos: temperatura, condutividade elétrica, presença de sólidos totais dissolvidos (STD), pH, potencial de oxi-redução (ORP), e a presença de elementos como Ca, Mg, F, Cl, NO_3 , PO_4 , SO_4 , HCO_3 , entre outros.

Nos locais de coleta das amostras de água (Figura 1) foram determinados in situ os parâmetros relacionados à temperatura, pH, redox, STD (sólidos totais dissolvidos) e CE (condutividade elétrica). Além disso, foi utilizado o medidor portátil modelo mCA 150P para determinação da condutividade elétrica e do STD, enquanto que os parâmetros relacionados ao pH, temperatura e redox foram determinados utilizando-se medidor portátil modelo mPA 210p.

As amostras para análises bioquímicas foram enviadas para o Laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília, o qual segue os critérios e normas do Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, edição da American Public Health Association (APHA), da American Water Works Association (AWWA), e da Water Pollution Control Federation (WPCF). Para o controle de qualidade dos resultados é utilizada como referência análises de amostras de água de concentração conhecida.

A análise dos elementos metálicos foi feita no espectrômetro de absorção atômica, modelo 603 da marca Perkin Elmer, e no espectrômetro de emissão atômica com fonte de plasma, modelo Spectroflame-Fvmo3, marca Spectro Analytical Instruments GmbH, utilizando nebulizador Meinhard. Para os íons sulfato, fosfato e bicarbonato foi utilizado espectrofotometria.

O tratamento dos dados foi feito no software AquaChem, versão 3.7 da Waterloo Hydrogeologic Inc. Os resultados das concentrações analíticas dos elementos químicos foram plotados no diagrama de Piper, cuja análise permitiu determinar a classificação da água a partir da predominância dos íons principais. Na determinação dos locais de coleta das amostras de água utilizadas nas análises químicas foi considerada a posição do curso d'água dentro da bacia, permitindo assim, amostragem mais representativa em relação à área de estudo.

Para coleta das amostras utilizaram-se garrafas plásticas de 1 litro, sendo que, as embalagens plásticas foram submetidas à retrolavagem tripla. A água coletada preencheu completamente o espaço interno da garrafa. Feitas às coletas, as garrafas foram acondicionadas em recipiente isotérmico, protegidas da radiação solar. As amostras de águas destinadas às análises de metais foram acidificadas e filtradas. Para filtração foi utilizado filtro de membrana de acetato

de celulose de 0,45 µm, posteriormente, foi adicionado HNO₃ (PA 65%). Todas as amostras coletadas foram submetidas para análises laboratoriais em período inferior a 48 h.

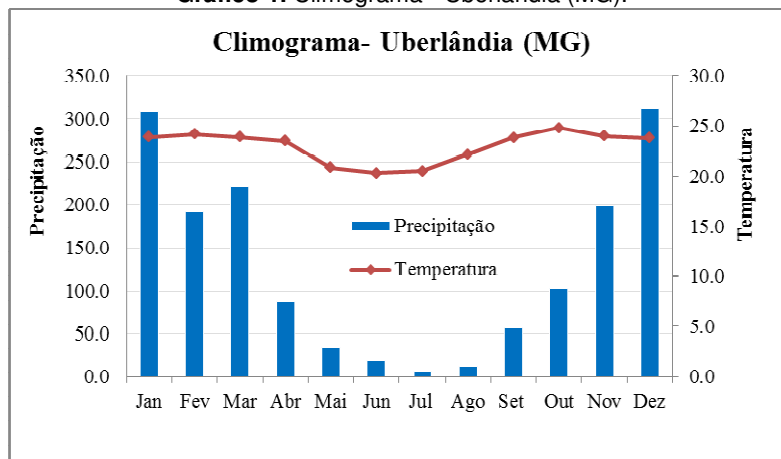
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Clima e Balanço Hídrico

O clima da área de estudo, inserida no município de Uberlândia, pode ser classificada, segundo Köppen, como do tipo Aw, com uma sazonalidade climática bem definida, apresentando duração de aproximadamente seis meses cada uma. Assim, o verão se caracteriza por temperaturas e precipitações elevadas e o inverno com temperaturas mais amenas e, sensível redução nas alturas pluviométricas.

Analisando dados de 1997 a 2011 do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia (Gráfico 1), a área de estudo apresenta uma média de 1570 mm. A estação chuvosa se inicia em outubro e se prolonga até o mês de março, com cerca de 86% do total pluviométrico anual. Já a estação seca, ocorre de abril a setembro apresentando uma média de apenas 23 dias de chuva e 213 mm, em média.

Gráfico 1. Climograma - Uberlândia (MG).



Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia (2009).

O município de Uberlândia possui uma média anual de 22,4° C de temperatura, sendo que o mês mais quente é outubro, com uma média de 24,1°C. Já os meses de junho e julho apresentam as menores médias, cerca de 19,5°C.

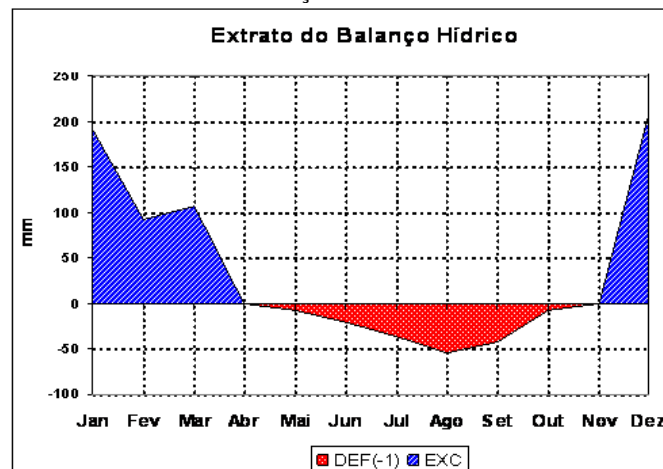
Relativo ao Balanço Hídrico da área (Gráfico 2), levando-se em consideração a pluviosidade total ao longo do ano, a temperatura local e Capacidade de armazenamento do solo (CAD) igual a 100, temos que os meses de novembro a março apresentam excedente hídrico no solo, com ápice nos meses de dezembro, o que é explicado pela alta pluviosidade nesse período.

Já nos meses de abril ao início de novembro observa-se a ocorrência de déficit hídrico no solo, que ocorre devido à significativa baixa na precipitação nesse período. O mês em que se observa maior déficit é agosto, o que é explicado por ser um mês posterior aos dois meses mais secos do ano, junho e julho. A partir de então, começam a ocorrer chuvas pontuais até o mês de outubro, quando se inicia a estação chuvosa. Apesar de se iniciar a estação chuvosa no mês de outubro, só começará a ocorrer excedente hídrico no solo a partir de novembro, pois no mês de outubro será realizada a reposição de água no sistema.

A precipitação está diretamente associada ao escoamento superficial e conseqüentemente com a disponibilidade hídrica, de modo que, no período identificado como da estação chuvosa, observa-se o aumento do escoamento superficial e da disponibilidade hídrica no balanço hídrico-climatológico. Observando os dados do ano de análise, outubro de 2010 a agosto de 2011, é possível verificar que a vazão apresentou comportamento correspondente ao da precipitação, de forma que, com o aumento da precipitação observa-se um aumento da vazão. Já com a diminuição da ocorrência das chuvas, caracterizando períodos de estiagem, observa-

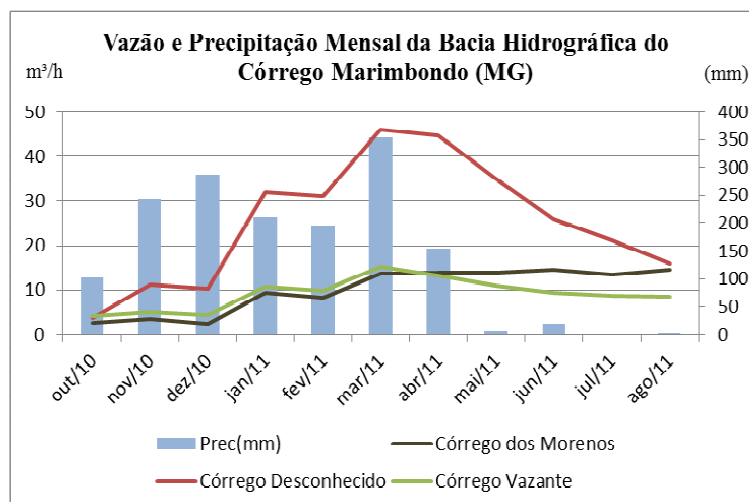
se a diminuição da vazão. Esse comportamento é melhor observado nos meses de janeiro a março, onde verifica-se a evidente resposta da vazão em relação a precipitação (Gráfico 3).

Gráfico 2. Balanço hídrico de Uberlândia/MG.



Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia (2009).

Gráfico 3. Vazão e precipitação mensal da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo/MG.



Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia (2009).

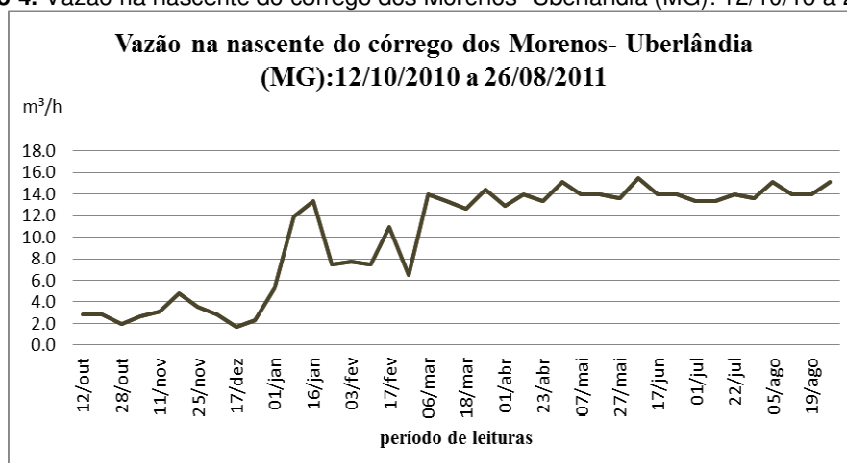
Avaliação da Disponibilidade Hídrica

Durante o período de setembro/2010 a agosto/2011 foram realizadas 41 campanhas de campo com leituras de vazão nos vertedouros localizados nos córregos: Vazante, Morenos e Desconhecido, (Figura 1). A partir das leituras nos vertedouros triangulares, foram coletados dados referentes à vazão dos cursos d'água, próximos às áreas de nascentes, cujas informações encontram-se nos Gráficos 4, 5, 6 e 7.

Análise dos dados do Gráfico 4 demonstra que a vazão no córrego dos Morenos variou de 1,9 m³/h a 15,5 m³/h, sendo que até o mês de outubro os valores estavam em declínio, abaixo de 2 m³/h, refletindo as condições do final da estiagem. Mês de novembro, com um ligeiro aumento da vazão, chegando a 4,8 m³/h, reflete a contribuição das primeiras chuvas.

Em dezembro, ocorre queda nos valores, sendo esta situação característica de veranico, período de estiagem na estação chuvosa. Em janeiro, ocorre um aumento significativo da vazão, 13,3 m³/h. Em fevereiro e março ocorre outra queda significativa com valores variando entre 7,5 m³/h a 14,4 m³/h. A partir de março os valores sobem novamente, permanecendo altos até o mês de agosto.

Gráfico 4. Vazão na nascente do córrego dos Morenos- Uberlândia (MG): 12/10/10 a 26/08/11.



Relativo ao segundo ponto de monitoramento de vazão, de acordo com os dados do Gráfico 5, observa-se que a vazão no córrego Vazante variou de 4,3 m³/h a 13,3 m³/h. Durante o mês de outubro os valores estavam baixos, abaixo de 4,1 m³/h, resultante do período de estiagem antecedente. O mês de novembro apresentou um rápido aumento da vazão, em decorrência do início do período chuvoso, chegando a 6,5 m³/h. Em dezembro ocorre queda nos valores, caracterizando a ocorrência de veranico, período de estiagem na estação chuvosa. Em janeiro ocorre um evidente aumento da vazão, 13,3 m³/h. Em fevereiro e março ocorre uma queda, com valores variando entre 8,8 m³/h a 15,9 m³/h. A partir do mês de março os valores sobem novamente e vão decaindo progressivamente devido ao início da estação seca, chegando a 8,5 m³/h, a partir de então, o fluxo de base alimenta a drenagem superficial.

Gráfico 5. Vazão na nascente do córrego Vazante- Uberlândia (MG): 12/10/10 a 26/08/11.

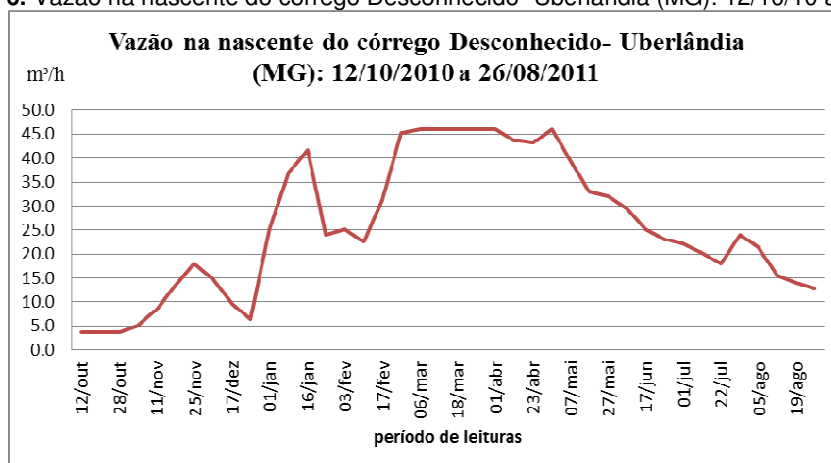


Analisando os dados do terceiro ponto de monitoramento, a partir do Gráfico 6, nota-se que a vazão do córrego Desconhecido variou de 3,7 m³/h a 39,3 m³/h. No mês de outubro observou-se os valores mais baixos, abaixo de 3,7 m³/h, resultante do período de estiagem dos últimos meses. Durante o mês de novembro verificou-se um rápido aumento da vazão, refletindo o início do período chuvoso, chegando a 18 m³/h. Em dezembro ocorre uma sensível queda nos valores, característica da ocorrência de veranico, período de estiagem na estação chuvosa. Em janeiro ocorre um acelerado aumento da vazão, 41,7 m³/h.

Em fevereiro e março ocorre outra queda característica de veranico, com valores variando entre 31,2 m³/h a 46,0 m³/h. A partir do mês de março os valores caem progressivamente devido ao início da estação seca chegando à 18,2 m³/h.

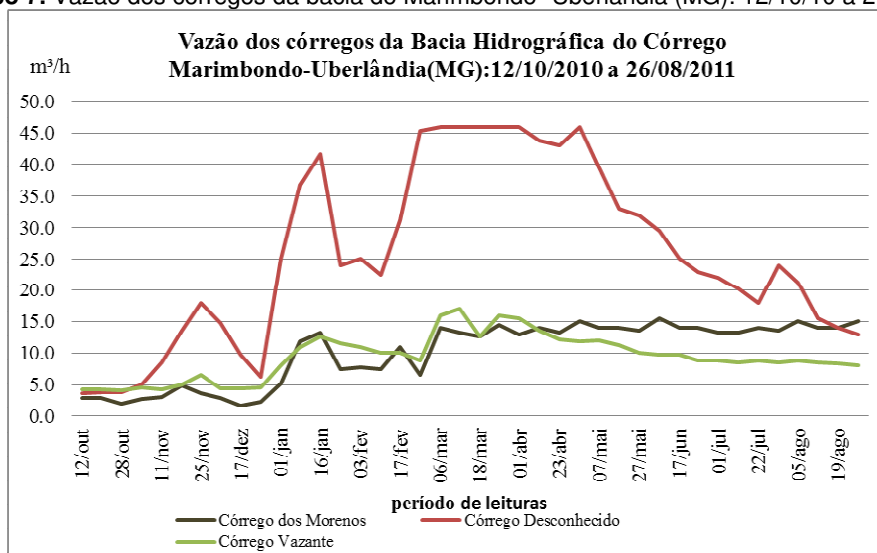
Observando o comportamento dos três gráficos, nota-se que apesar de possuírem comportamento semelhante, as condições locais determinam os diferentes comportamentos de vazão.

Gráfico 6. Vazão na nascente do córrego Desconhecido- Uberlândia (MG): 12/10/10 a 26/08/11



Relativo à rede de drenagem, o córrego que apresentou maiores valores de vazão foi o córrego Desconhecido, principalmente durante o período chuvoso. Já os córregos Vazante e Morenos apresentaram valores menores, porém mais constantes, principalmente o córrego dos Morenos, que praticamente não reduziu sua vazão após cinco meses de estiagem. (Gráfico 7)

Gráfico 7. Vazão dos córregos da bacia do Marimbondo- Uberlândia (MG): 12/10/10 a 26/08/11.



Em relação à vazão específica, que relaciona a vazão média (m^3/h) e a área de drenagem (km^2), observa-se que a bacia mais eficiente em relação à produção hídrica foi o córrego Vazante com vazão específica de 23,38, seguida do córrego dos Morenos, com 15,96, e por último, o córrego Desconhecido, com 4,55 de vazão específica, sendo a bacia menos eficiente (Tabela 1).

Tabela 1. Vazão específica dos córregos da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo.

Córrego	Área (km^2)	Vazão média (m^3/h)	Vazão específica
Moreno	0,56	8,94	15,96
Desconhecido	4,59	20,89	4,55
Vazante	0,37	8,65	23,38

QUALIDADE DAS ÁGUAS

As águas da bacia do córrego Marimbondo podem ser enquadradas na resolução 357 do CONAMA como incluídas na classe 2 que diz respeito às águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca. (CONAMA, 2005)

Os valores dos parâmetros físico-químicos analisados em campo estão sumariados na Tabela 2. Análise da Tabela 2 demonstra que as águas analisadas possuem comportamento parecido quanto aos parâmetros físico-químicos. O pH das águas é ligeiramente neutro, com valores próximos a 7. As águas são muito diluídas, com valores de STD inferiores a 24,3 ppm. Quanto ao potencial de oxidação-redução, os valores próximos de 0 (zero) indicam ambientes equilibrados. A condutividade elétrica baixa está diretamente relacionada ao STD.

De acordo com os padrões de enquadramento de classes de águas definidos na Resolução nº 357/2005 do CONAMA, as amostras analisadas se enquadram na classe 2, onde os valores de pH variam de 6,0 e 9,0.

Quanto a concentração de sais, os teores STD das amostras permitem classificar a água como doce (STD <1000 ppm). (MCNEELLY et al., 1979).

A condutividade elétrica medida nas águas é de 47,8 µs e 30,39 µs, o que está dentro dos parâmetros aceitáveis para águas de classe 2, visto que, valores acima de 100 µS cm⁻¹ podem indicar ambientes impactados. (CONAMA, 2005)

Todos os demais elementos (Ca, Mg, F, Cl, NO₃, PO₄, SO₄, HCO₃) apresentaram valores baixos ou dentro do limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade das águas da Bacia do Córrego Marimbondo.

	pH	C.E.	STD	Ca	Mg	F	Cl	NO ₃	PO ₄	SO ₄	HCO ₃
		µs/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Amostra 1	7,50	47,80	24,30	3,9	2,0	0,1	1,9	1,2	0	0	33
Amostra 2	7,25	30,39	15,43	2,4	1,2	0,1	1,3	0,9	0	0	22
LQ				0,2	0,1						

Em relação aos íons analisados, Tabela 3, a maioria esteve abaixo do limite de detecção dos equipamentos (<LQ), sendo Sr, La, Cd, Ti, V, Ni, Zr, Cu, Cr, Mn, Ba, Co, Zn, Be, Mo. Já para os elementos Fe, foram encontrados os valores 0,2 em ambas as amostras, considerado dentro dos padrões estabelecidos para águas de classe 2 na resolução CONAMA 357/2005. Para o Al, os valores encontrados (Tabela 3) apresentaram no limite na amostra 1 e um pouco acima dos valores permitidos pela resolução (0,2 mg/l) na amostra 2. Para a Si não há valores estabelecidos na resolução CONAMA 357/2005.

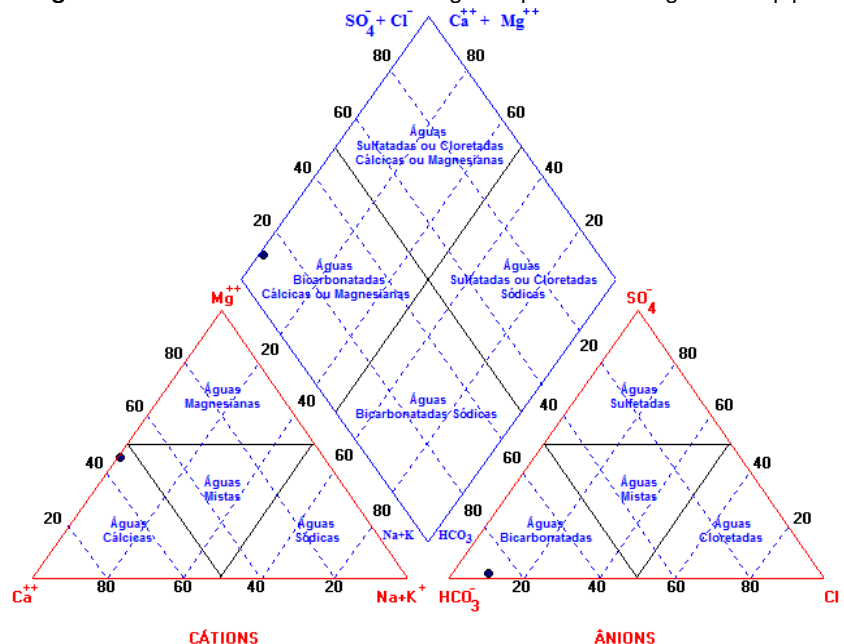
Tabela 3. Análise química das águas da Bacia do Córrego Marimbondo.

	Fe	Si	Al	Sr	La	Cd	Ti	V	Ni	Zr	Cu	Cr	Mn	Ba	Co	Zn	Be	Mo
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Amostra 1	0,2	7,4	0,2	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q
Amostra 2	0,2	5,4	0,3	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q	<L Q
LQ	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

A mineralogia da água está sendo condicionada pela geologia e pelos solos, onde, os elementos presentes são produtos de intemperismo sobre rochas basálticas. Assim, o Ca é proveniente da dissolução de minerais de plagioclásio e o Fe e o Mg são provenientes da dissolução de minerais de piroxênios. A ausência dos radicais aniônicos PO₄ e SO₄ nas

amostras analisadas é um indicador de qualidade ambiental, visto que rochas basálticas não possuem fósforo e nem tampouco enxofre em sua composição e que poderia estar enriquecendo a água.

Figura 2. Resultado das amostras de água expresso no diagrama de piper.



De modo geral, a baixa concentração de íons é característica de águas muito diluídas indicando pouca interação entre água e aquífero, o que é promovido pela rápida circulação de água no meio, o que inviabiliza uma maior taxa de dissolução de minerais.

A classificação química da água foi feita utilizando-se o diagrama de Piper (Figura 3). De acordo com a composição química, as águas de ambas amostras foram classificadas como bicarbonatadas magnesiânicas cálcicas. Essa classificação está de acordo com a qualidade química da maioria das águas de superfície, onde o radical aniônico bicarbonato prevalece.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dessa pesquisa contribuiu essencialmente na produção de dados hidrológicos, de disponibilidade e qualidade de água, em uma bacia importante para o município de Uberlândia, a Bacia do Córrego Marimbondo.

Além disso, esse trabalho foi importante para a análise de metodologias de medição do escoamento superficial. No caso, o vertedouro triangular de Thompson se mostrou uma ferramenta eficiente para análise de vazão em área de nascentes, além de ter um custo baixo para instalação e manutenção.

Os dados em relação à disponibilidade hídrica variaram de acordo com as características naturais da bacia. Não foram encontrados traços de resíduos de agrotóxicos ou outro contaminante nas amostras analisadas.

Espera-se que os resultados ofereçam subsídios aos órgãos de planejamento e gestão, especialmente à Prefeitura de Uberlândia, devido à relevância da Bacia Hidrográfica do Córrego Marimbondo e dos mananciais hídricos para os agricultores familiares e para a manutenção do equilíbrio ecológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Apoio à Iniciação Científica - PIAIC pelo apoio à realização desse trabalho através do projeto de Iniciação Científica PIAQ2010-

HUM001. Agradecimento especial ao Laboratório de Geoquímica da Universidade Federal de Brasília pelas análises hidroquímicas.

REFERÊNCIAS

- BERTOL, G. A. **Avaliação da recarga anual no Aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/bibliot/vocebon.htm>>. Acesso em 12 dez. 2001.
- CAMARA, C. D. **Efeitos do corte raso de eucalipto sobre o balanço hídrico e a ciclagem de nutrientes em uma microbacia experimental**. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- CAMARGO, A. F. M.; PEREIRA, A. M. M. Qualidade da água em áreas subterrâneas. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P.(Orgs). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan – UNESP – IGCE, 2003.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março**. Brasília: D.O.U. 18/03/2005. Disponível em: <mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 02 dez. 2008.
- DONADIO, N. M. M.; GABIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda. 1988.
- IBGE. **Acervo mapas**. 2010. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 jun. 2010.
- LABORATÓRIO DE CLIMATOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (LCRH). **Dados meteorológicos do município de Uberlândia**. Universidade Federal de Uberlândia. 2011.
- MCNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. **Water Quality Sourcebook: A Guide to Water Quality Parameters**. Ottawa, Canadá. 1979.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **5th World Water Forum**. Disponível em <<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>>. Acesso em 21 jan. 2008.
- PITTON, S. E. C. A água e a cidade. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P.(Orgs). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan – UNESP – IGCE, 2003.
- TUCCI, C. E. M. **Elementos para o controle da drenagem urbana**. Disponível em: <ftp://ftp.cefetes.br/cursos/transportes/Zorzal/Drenagem%20Urbana/Artigo%20de%20drenagem%20urbana%20do%20prof%20Tutti.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2013
- TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2004.
- VALENTE, O.F.; CASTRO, P. S. Manejo de bacias hidrográficas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, mar. 1981.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999.
- ROLIM, G. S; SENTELHAS, P. C. **Balanço hídrico normal por Thorntwaite e Mather** (1955). Piracicaba: ESALQ/USP – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Meteorologia, 1999 (programa para Excel v. 6).