

## **A IMPORTÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS**

Maria da Glória Braz<sup>1</sup> e Kazumi Uyemura<sup>2</sup>

**Resumo** – Devido aos problemas relacionados a ocorrências de inundações, a obtenção de dados relacionados à realidade do comportamento hidráulico dos sistemas de drenagem em bacias hidrográficas urbanas é imprescindível para a compreensão dos hidrogramas complexos dos mesmos. Os dados obtidos através dos monitoramentos hidrológicos devem prevalecer sobre aqueles que forem obtidos através de processos dedutivos ou teóricos. Tendo em vista o reduzido porte das bacias de drenagem da área de Belo Horizonte, apresentando tempos de concentração relativamente curtos, as precipitações intensas críticas para o sistema de drenagem estão ligadas a pequenas durações. Assim, os eventos com origem convectiva são dominantes, ocorrendo freqüentemente, entretanto, combinações de eventos frontais e convectivos, que conduzem ao agravamento das conseqüências das precipitações, em função da saturação dos solos e conseqüentemente maiores deflúvios superficiais. Neste trabalho, procurou-se demonstrar a importância da implantação e operação de estações de coleta de dados hidrológicos automáticas, no monitoramento de uma pequena bacia urbana, avaliando-se os dados fornecidos pelas mesmas, tais como eventos pluviográficos e ascensão do hidrograma em tempo real, bem como detectar o lançamento de esgotos na rede de drenagem.

**Abstract** – Due to the problems related to the flood occurrences, data acquisition on the hydraulic behavior of urban drainage systems is essential to understanding complex hydrographs. Data obtained by hydrological monitoring should prevail over these calculated by deductive or theoretical methods. Given the small size of drainage basins in the Belo Horizonte area, showing short time of concentration, critical intense rainfall episodes are mainly of short duration. Therefore, convective or combinations of frontal and convective storms are dominant and at the origin of urban floods, as a result of soil saturation and higher runoff. In this paper, it is shown the importance of implementing and operating of the automatic stations to collect hydrologic data in small urban watershed. Collected data, such as rainfall events and real time hydrographs, are evaluated and used also to detect effluent discharges into drainage network.

**Palavras-Chave** – Hidrologia, Monitoramento.

---

<sup>1</sup> – SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital; Escola de Engenharia Kennedy; FEAMIG – Faculdade de Engenharia e Agrimensura de Minas Gerais - Rua Nefelina, 33/304 - CEP: 30010-150 - Belo Horizonte - Fone: (31) 277-8085 - Fax: (31) 277-8088

<sup>2</sup> – Hydrologic Data Collection Engenharia - Av. Prudente de Moraes, 621 - sala 315 - CEP: 30380-000 - Telefax: (31) 297-1665

## **INTRODUÇÃO**

Um dos maiores problemas enfrentados pelas grandes metrópoles, na atualidade, é a ocorrência de enchentes que podem provocar prejuízos materiais e humanos à população. Em climas tropicais, com elevada concentração pluviométrica em um curto período, e precipitações de grande intensidade, associadas às características específicas de solo e a processos de urbanização acelerada e não planejada, o problema das enchentes pode atingir proporções críticas.

A necessidade de se caracterizar as bacias hidrográficas com relação aos processos hidrológicos e o seu comportamento em resposta aos mesmos faz-se premente, à medida que é imprescindível a implantação de medidas mitigadoras e, até mesmo, corretivas no seu sistema de drenagem. Para essa caracterização é necessário um monitoramento hidrológico que proporcione a obtenção de dados em tempo real.

Apresenta-se, neste trabalho, os dados de duas estações hidrológicas automáticas, instaladas em uma bacia hidrográfica urbana, as quais conseguem detectar e caracterizar o comportamento da mesma com relação aos fenômenos hidrológicos.

## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA EM ESTUDO**

A bacia hidrográfica do córrego Vilarinho possui área total de drenagem de 29,19 km<sup>2</sup> até a seção localizada logo após a sua passagem sob a Av. Cristiano Machado. O córrego Vilarinho nasce na região dos bairros Céu Azul e Lagoa, com o nome de Venda Nova, a uma altitude média de 870 metros e é formado por diversos pequenos afluentes, sendo os principais córregos Pereira, da Av. Liége, Baleares, da Av. Baleares, Nado e Serra Verde.

Da nascente corre em direção Nordeste até um ponto localizado à jusante de sua passagem sob a Av. Civilização. A partir deste ponto corre em direção Leste até sua confluência com o córrego da Av. Liége, afluente da margem esquerda, quando toma o rumo Sudeste até sua confluência com o córrego Serra Verde. Após receber o córrego Serra Verde passa a se chamar Isidoro e deságua pela margem esquerda do ribeirão da Onça.

O córrego Vilarinho, de sua nascente até a confluência com o córrego Serra Verde, tem uma extensão de 9,20 km, sendo que 60% já se encontra canalizado. A declividade média do trecho natural é de cerca de 1% e no trecho em galeria, em torno de 0,5%.

O córrego do Nado tem suas nascentes nos bairros Leblon/Santa Mônica e sua bacia hidrográfica possui uma área total de 12,43 km<sup>2</sup> até sua confluência com o córrego Vilarinho. Sua extensão é cerca de 6,1 km, sendo que 48% já se encontra canalizado. A

declividade média do trecho natural é inferior a 3% e no trecho em galeria é cerca de 0,5%.

Segundo Ramos et al (1997), os solos da região se enquadram no Grupo Hidrológico B, com taxa de infiltração moderada e são constituídos, geologicamente, por rochas de composição granítica.

O clima é tropical de altitude, apresentando um regime pluvial com média anual de 1500 mm e concentrando 90% do total anual nos meses de Outubro a Março, apresentando uma média mensal de precipitação de 315 mm, no mês de Dezembro. As intensidades das precipitações são, também, relativamente altas.

## **O MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO VILARINHO**

Nos últimos períodos chuvosos, a região de Venda Nova sofreu graves problemas de inundações urbanas, causando danos aos moradores e à administração municipal. Diversos estudos foram conduzidos pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP, com o objetivo de identificar as causas prováveis dessas inundações.

Um das recomendações desses estudos, desenvolvidos pela ESC – Engenharia e Consultoria Ltda.(1998), foi o monitoramento hidrológico das bacias dos córregos Vilarinho e do Nado. Este monitoramento visa coletar informações para validar os parâmetros hidrológicos estimados nos estudos anteriores e subsidiar estudos futuros.

Para o monitoramento hidrológico de bacias hidrográficas de pequeno porte, como é o caso da bacia do córrego Vilarinho, a OMM prevê que duas estações, sendo uma pluviométrica e outra fluviométrica, sejam suficientes. Porém, pela especificidade do estudo, foram adotados outros critérios.

A definição do número de pontos e a área a ser monitorada, foi elaborada para atender as recomendações constantes do estudo executado na área pela ESC - Engenharia e Consultoria Ltda. (1998), e que tem como finalidade, subsidiar as simulações e monitorar as ações/ estruturas de retenção implantadas e/ou a implantar na bacia. Esta definição e escolha dos locais prováveis foi elaborada, conjuntamente, por técnicos da Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SUDECAP, ESC – Engenharia e Consultoria Ltda. e HDC – Hydrologic Data Collection Engenharia

A especificação do projeto previa, para cada estação, um equipamento manual e um automático. Para a estação pluviométrica, um pluviômetro e um pluviógrafo e para a fluviométrica, réguas e linígrafos de sensor. Infelizmente, devido à falta de verba, pode-se instalar, apenas, uma plataforma de coleta de dados hidrológicos no córrego do Nado, a montante de sua confluência com o córrego Vilarinho e no córrego Vilarinho, a jusante

da bacia de retenção, instalou-se um sensor de nível com datalog. As demais estações permaneceram convencionais, ou seja, apenas limnográficas.

Os critérios básicos para escolha dos locais de instalação das estações foram os seguintes:

- para estação pluviométrica : local plano, livre de obstáculos, cercado e alternativas de observador;
- para estação limnográfica : trecho retilíneo, leito regular e livre de vegetação, existência de local de águas tranquilas para instalação das réguas e limnógrafos, acesso fácil, existência de observadores, protegido, seção sem extravasamento e velocidades entre 0,30 m/s e 2,5 m/s.

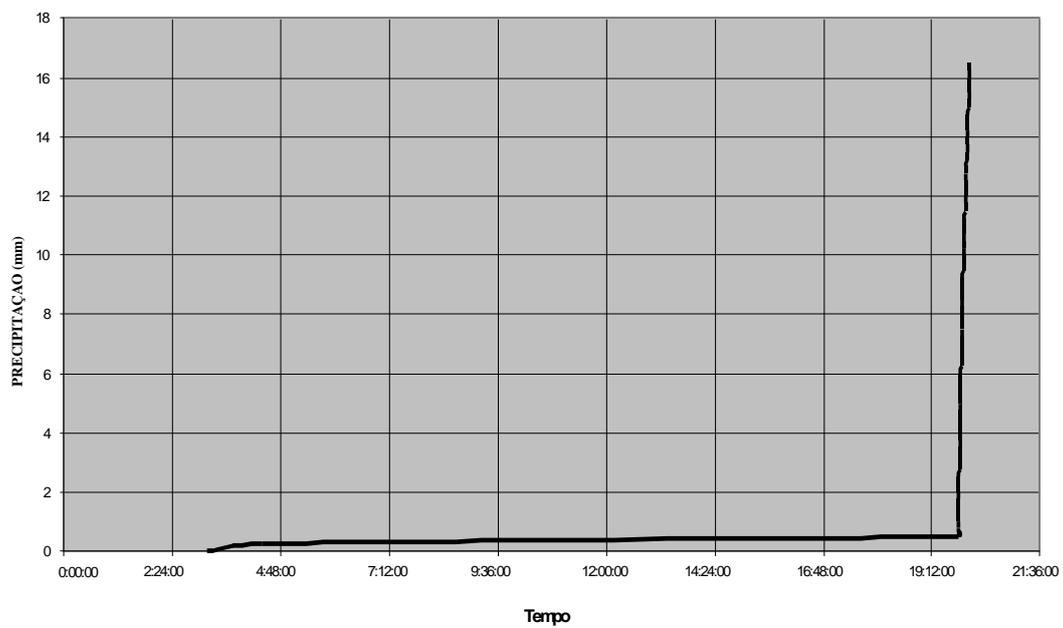
Essas condições, na maioria dos locais, não foram encontradas, pelo fato da área estar bastante urbanizada e os córregos canalizados, não sendo possível fazer intervenções, exatamente, no ponto desejado. Assim, as estações estão localizadas em pontos que atendem, parcialmente, esses critérios.

No caso das estações pluviométricas, um dos grandes problemas encontrados na operação foi a questão da qualidade da água. O carreamento de material orgânico e entulhos interferiu, em muito, na medição de vazão e observação de níveis.

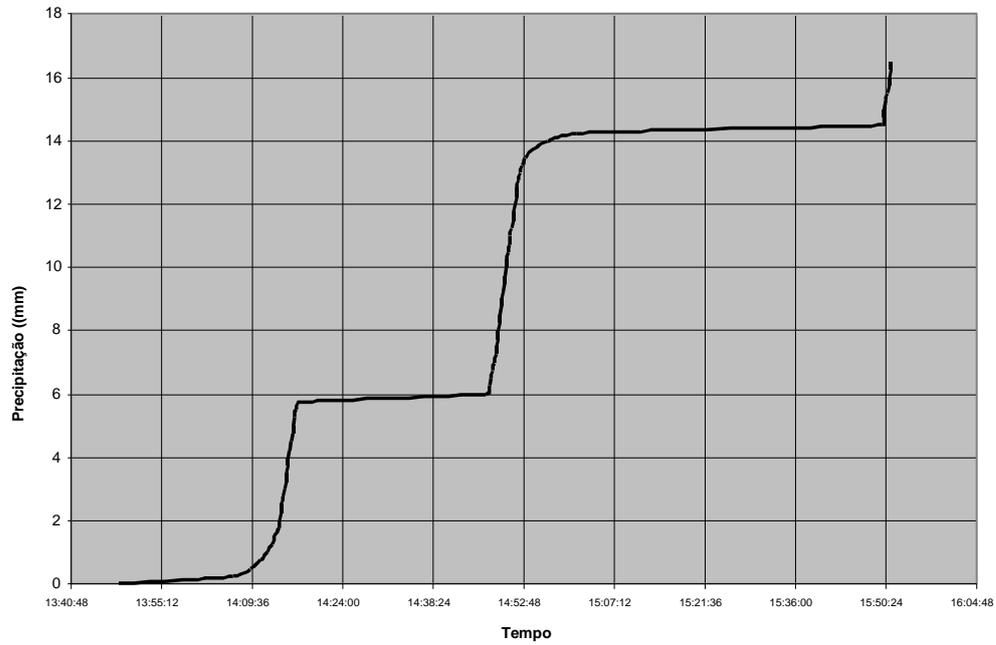
Apenas as estações automáticas corresponderam às expectativas do monitoramento, fornecendo dados compatíveis para o estudo e compreensão do comportamento da bacia, conforme apresentado a seguir.

## **DADOS COLETADOS**

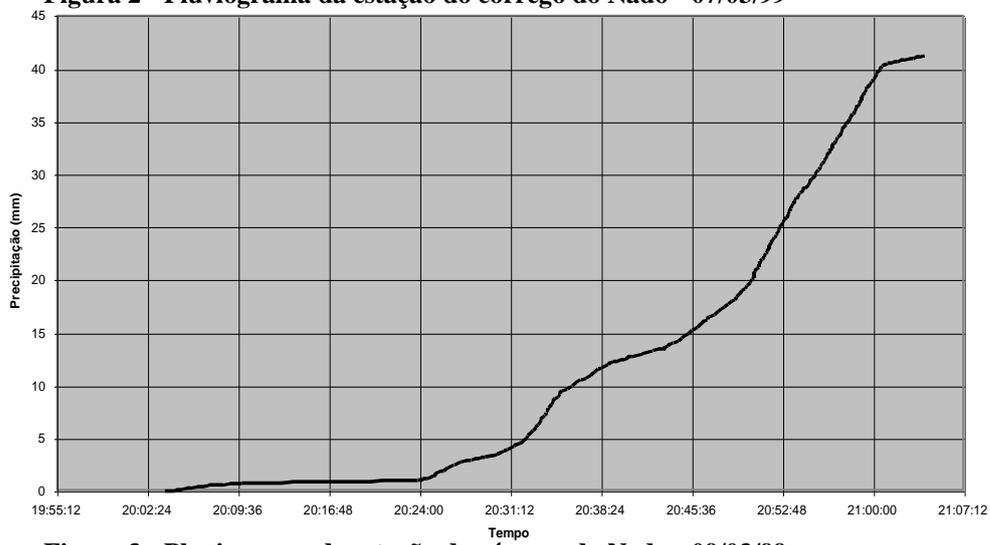
Foi detectada, na primeira quinzena do mês de Março, pelas estações automáticas, a ocorrência de precipitações consecutivas, conforme apresentado nas figuras 1 a 6, a seguir:



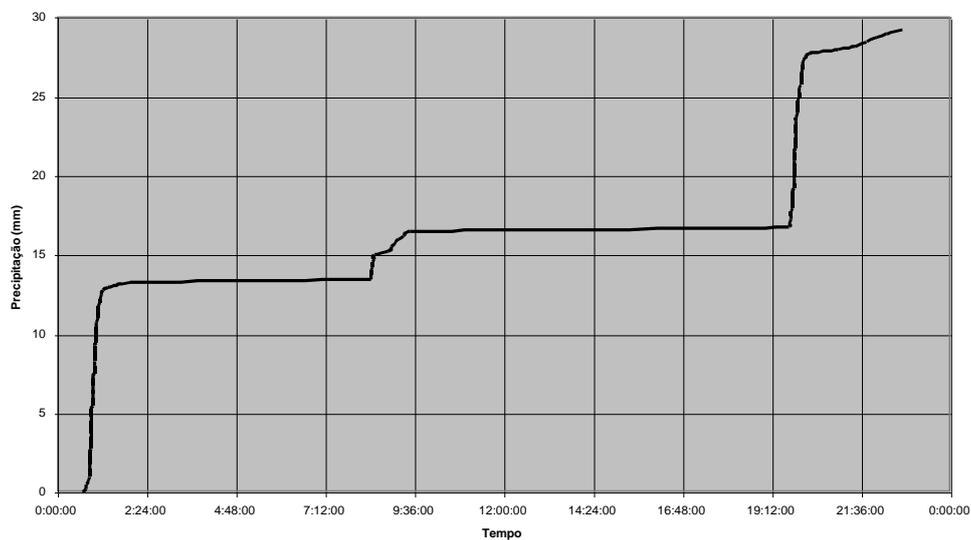
**Figura 1 - Pluviograma da córrego do Nado - 06/03/99**



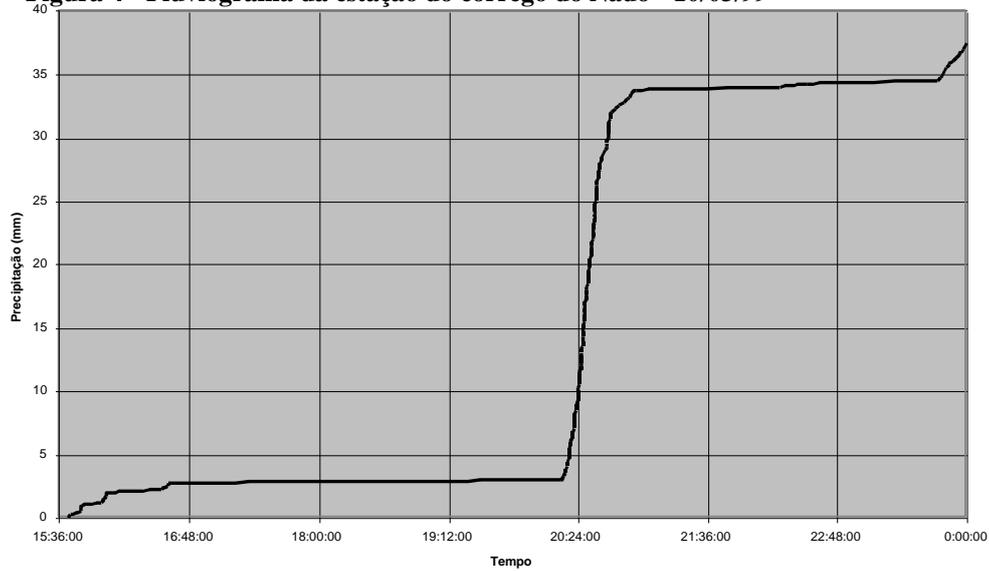
**Figura 2 - Pluviograma da estação do córrego do Nado - 07/03/99**



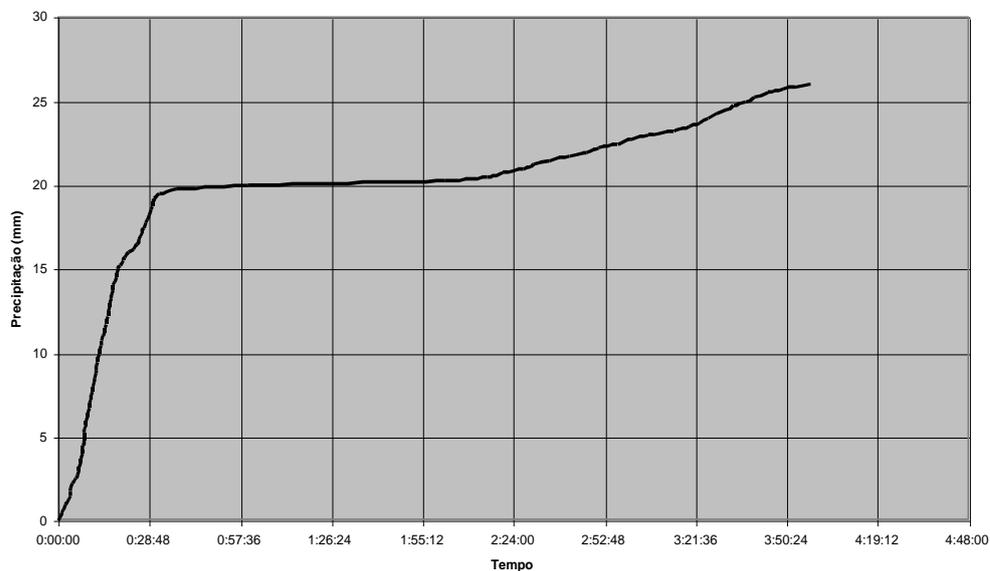
**Figura 3 - Pluviograma da estação do córrego do Nado - 09/03/99**



**Figura 4 - Pluviograma da estação do córrego do Nado - 10/03/99**



**Figura 5 - Pluviograma da estação do córrego do Nado - 12/03/99**



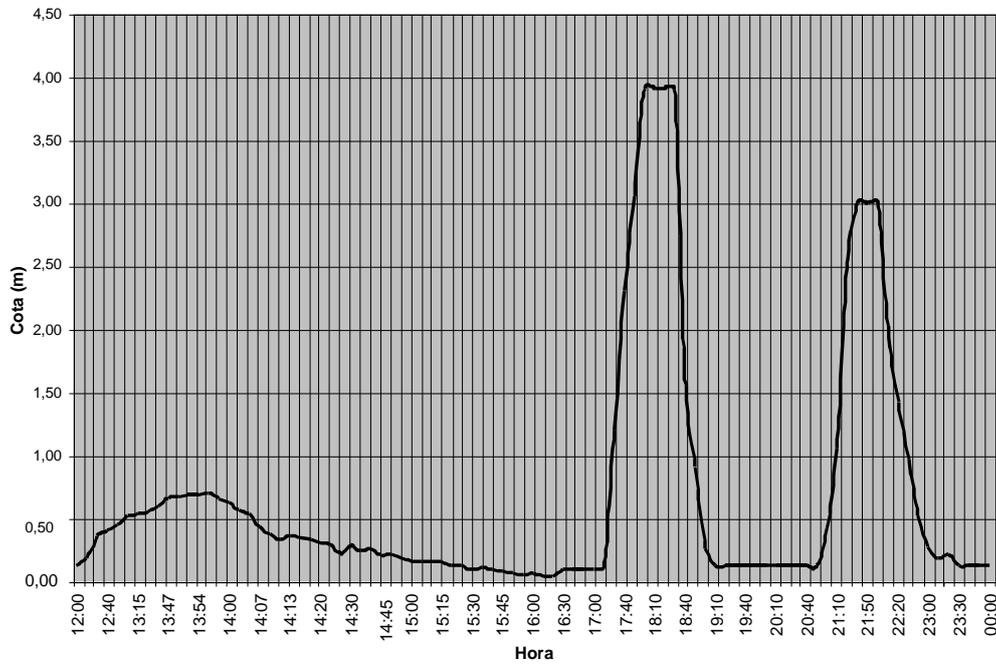
**Figura 6 - Pluviograma da estação do córrego do Nado - 13/03/99**

Essas precipitações proporcionaram condições excessivas de umidade do solo e promoveram deflúvios superficiais de grandes magnitudes, com tempo reduzido de ascensão dos hidrogramas, conforme apresentado nas figuras 7 a 9.

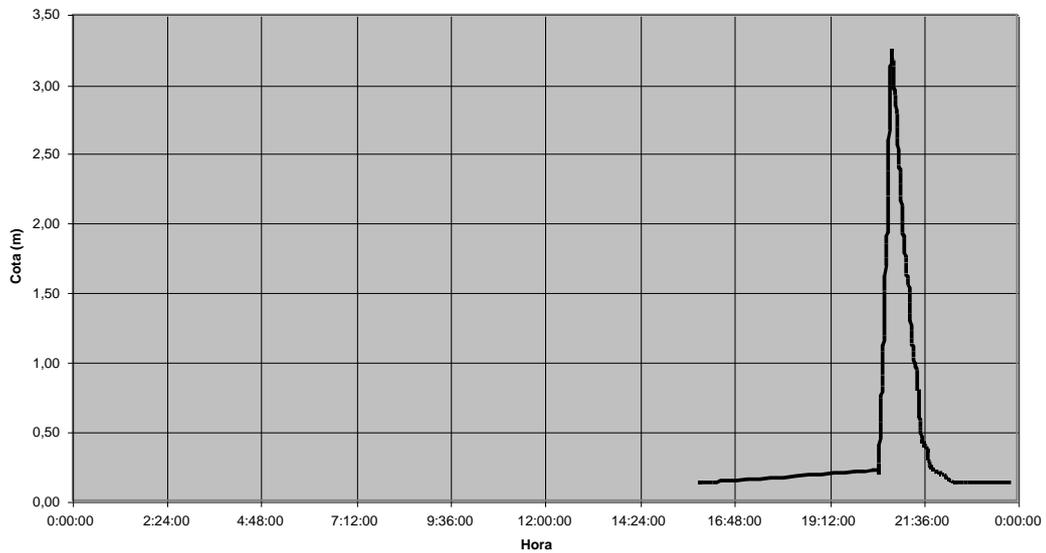
Além disso, pode-se observar, também, a seqüência de picos dos hidrogramas, uma vez que a ascensão do córrego do Nado ocorre posteriormente à do córrego Vilarinho, uma vez que a estação do Nado está localizada a montante da estação do Vilarinho.

Com relação às observações diárias, notou-se que, diariamente, por volta do período de 12 horas, a estação automática do córrego Vilarinho registrava um aumento de nível da ordem de 3 cm, conforme mostrado na figura 10.

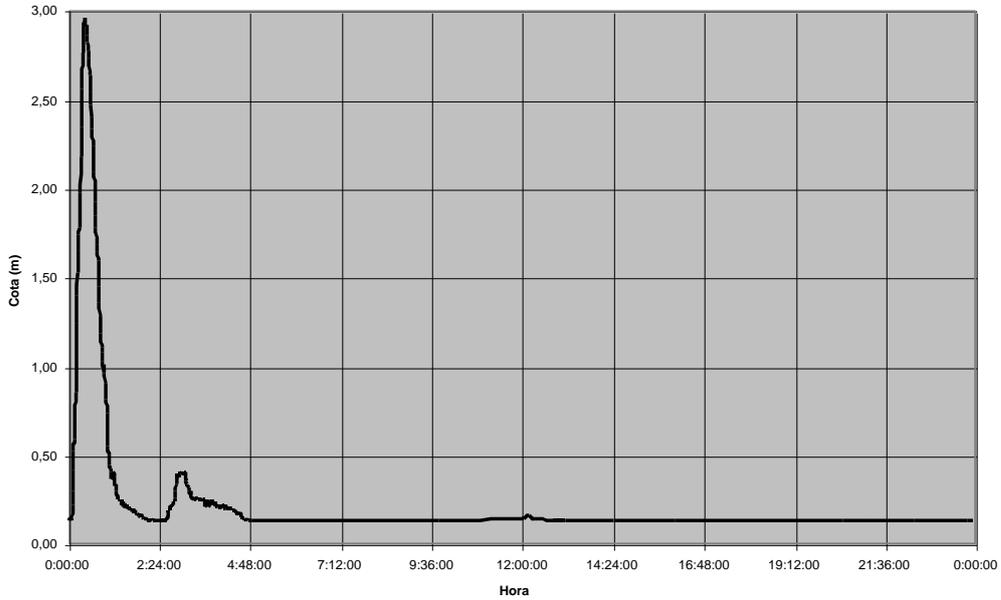
Para uma galeria de largura de 12 metros e velocidade mínima de lâmina d'água de 1m/s, verifica-se uma grande contribuição de esgotos na área.



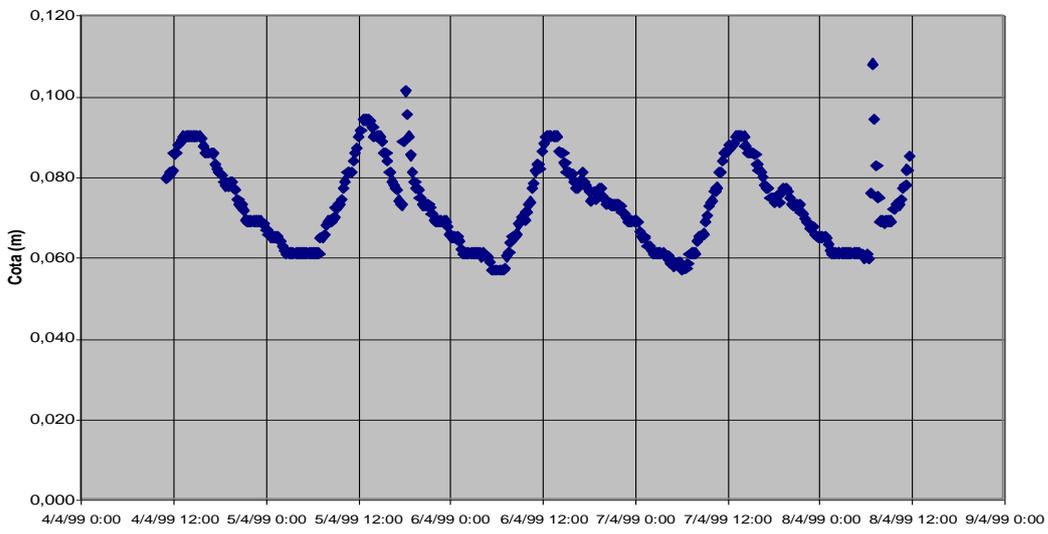
**Figura 7 - Cotagrama do córrego Vilarinho - 12/03/99**



**Figura 8 - Cotagrama do córrego do Nado - 12/03/99**



**Figura 9 - Cotagrama do Córrego do Nado - 13/03/99**



**Figura 10 - Cotagrama da Estação Vilarinho, com intervalos de 15 minutos no período de 04/04/99 a 09/04/99**

## **CONCLUSÕES**

Apesar das dificuldades encontradas para execução do monitoramento, o trabalho foi bastante válido, visto que, os objetivos propostos, em sua maioria, foram alcançados. Foram coletadas informações úteis para auxiliar na estimativa de parâmetros necessárias à simulação hidrológica da bacia. As dúvidas quanto ao comportamento hidrológico do sistema de drenagem foram esclarecidas.

Recomenda-se para o monitoramento de uma bacia hidrográfica urbana, estações automáticas que possam registrar os eventos, sua duração e resposta em tempo real, afim de detectar o comportamento e a complexidade dos fenômenos hidrológicos.

A rede projetada para uma finalidade específica somada ao porte e características da bacia urbana, tem pouca utilidade como rede de alerta, mesmo possuindo estações automáticas, visto que, o tempo entre a percepção da ocorrência de um evento extremo, a tomada de decisão e emissão do alerta será bem superior ao tempo de concentração da bacia.

A continuidade do monitoramento poderá auxiliar na verificação do funcionamento das estruturas de retenção, retardo e amortecimento dos picos de cheias, recentemente construídas na bacia do córrego do Vilarinho. Outras medidas, por ventura implantadas na bacia, também poderão ser aferidas.

## **BIBLIOGRAFIA**

HDC - Hydrologic Data Collection Engenharia - Monitoramento Hidrometeorológico da Bacia Hidrográfica do Córrego Vilarinho- Relatório Técnico - Abril/99.

ESC - Consultoria e Engenharia Ltda. - Estudos Hidrológicos para Diagnóstico das causas de inundações na Bacia Hidrográfica do Córrego Vilarinho - Relatório Técnico - Abril/98.

Ramos, M.H.D. - Drenagem Urbana: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte - Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental -EEUFMG - Junho/98.