DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMO EM PYTHON PARA CÁLCULO DA CURVA-CHAVE E APLICAÇÃO PARA O RIO BELÉM, CURITIBA, PARANÁ

Juliana Francis de Camargo, juliana.camargo@ufpr.br
Orientador: Profº. Drº. **Emílio Graciliano Ferreira Mercuri**

INTRODUÇÃO

A curva-chave é uma representação algébrica e gráfica da relação nível-vazão da secção reta de um rio. Com a equação, basta medir o nível da coluna d'água para se obter a vazão. O rio escolhido será o Belém, em Curitiba. Os dados são da estação fluviométrica do Prado Velho, localizado na Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas.

Rio Belém, Curitiba.

OBJETIVO

Determinar a curva-chave do rio Belém na seção reta da estação do Prado Velho, Curitiba.

Objetivos específicos

- Obtenção dos dados de vazão e cota;
- Análise de falhas e consistência dos dados;
- Desenvolvimento do código computacional em Python para o cálculo da curva-chave;
- Produto tecnológico no site LACTEA para a determinação de curva-chave para diferentes rios.

METODOLOGIA

Os dados de vazão e cota são desde março de 1981 até junho de 2005. A cota foi medida na estação através de escala em centímetros, a vazão foi obtida em m³/s e dados de chuva (mm) coletados via pluviômetro. O tratamento dos dados e a correção de eventuais falhas foram feitas através de algoritmos desenvolvidos na linguagem Python. Para a determinação da curva-chave, é necessário estabelecer os parâmetros de ajuste que existem na equação e que são específicos para cada seção do rio, segundo a equação:

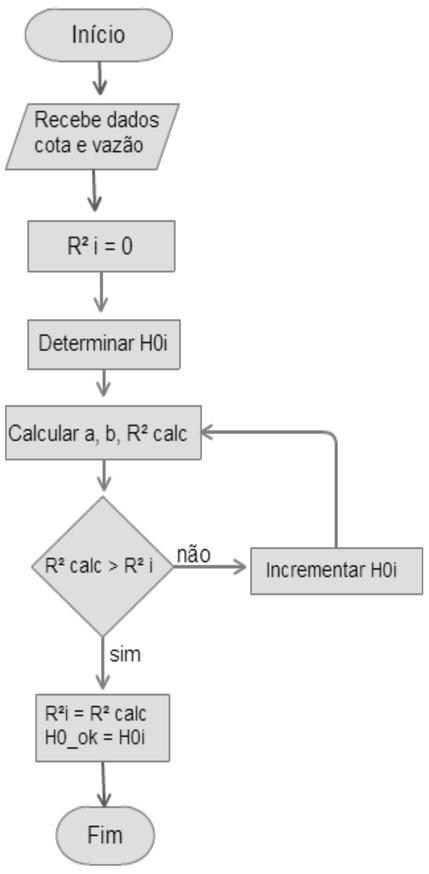
$$Q = A(h - h_0)^n$$

Para obtê-los, aplica-se o método da regressão linear nos pares cota-vazão, o qual foi feito também através do algoritmo programado na linguagem Python.

$$\log Q = \log A + n \log (h - h_0)$$

Além disso, foi calculado no algoritmo o valor do coeficiente de determinação R² para avaliar a qualidade do modelo em estimar valores aceitáveis para a vazão, sendo desejado valores próximos ao 1.

$$r^2 = \frac{(\sum x\,y - n\,\bar{x}\,\bar{y})^2}{(\sum x^2 - n\,\bar{x}^2)(\sum y^2 - n\,\bar{y}^2)}.$$



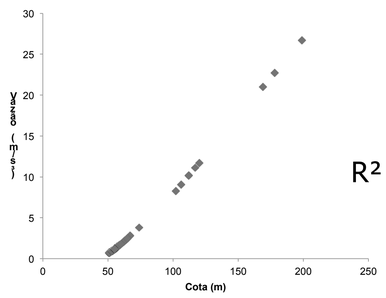
Algoritmo do software para obter a curva-chave.

RESULTADOS

Através da análise da tendência linear do gráfico cota x vazão, conclui-se existir aproximadamente cinco tendências lineares para os pares cota-vazão do rio Belém, resultando em cinco equações para o período de 24 anos.

1: 312 dias (01/04/1981 – 06/02/1982)

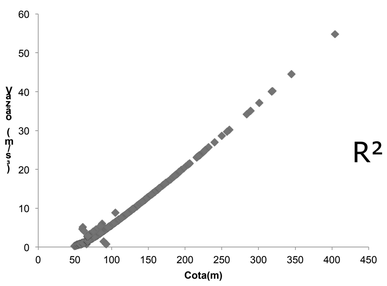
$$Q = 0,0218(h - 43,5)^{0,2}$$



R² = 0,99

2: 6288 dias (07/02/1982 – 28/05/1999)

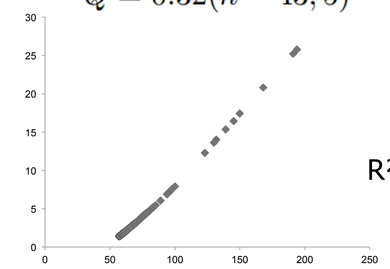
$$Q = -0,49(h - 40,6)^{0,56}$$



R² = 0,985

3: 584 dias (29/05/1999 – 01/01/2001)

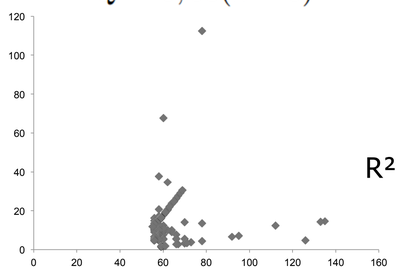
$$Q = 0.32(h - 43,5)^{0.11}$$



R² = 0,952

4: 206 dias (02/01/2001 – 23/10/2001)

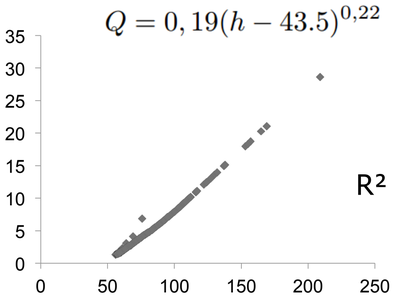
$$Q = 0,53(h - 0)^{0,21}$$



R² = 0,686

5: 1434 dias (24/10/2001 – 30/06/2005)

$$Q = 0,19(h - 43.5)^{0,22}$$



R² = 0,9978

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

- Este trabalho resultou em cinco curvas-chaves para o período de 24 anos. Portanto, observa-se que as características morfológicas do rio Belém sofreram várias alterações ao longo do tempo, resultando em diferentes parâmetros para as equações. Por se tratar de um rio urbano, o acúmulo de lixo e os processos erosivos nas margens podem ter sido os grandes responsáveis.
- Têm-se como resultado um código computacional na linguagem Python para a obtenção de curvas-chaves. No site www.lactea.ufpr.br, encontra-se o manual para que ele possa ser utilizado em seções retas de outros rios.
- Foi determinado dois trabalhos futuros:
  1- O preenchimento de falhas em séries temporais de vazão e cotas.
  2- Simular um modelo de chuva e vazão para o rio Belém.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas (ANA). Sistema de Informações Hidrológicas MANUAL DO USUÁRIO HIDRO1.0. ANA, 2002.
- DA SILVA FILHO, Cláudio Marinho. Rotina simplificada para determinação de curva-chave. Águas Subterrâneas, [S.l.], v. 10, n. 1, dez. 1986. ISSN 2179-9784. Disponível em: < http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/11269 >. Acesso em: 2 de Dezembro de 2014.
- JACCON, Gilbert. Curva-chave: análise e traçado: Brasília, DNAEE, 1989.
- PORTO, R.; FILHO, K.; SILVA, R. (2001). Apostila de hidrologia aplicada. Desenvolvida pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo no departamento de engenharia hidráulica e sanitária. Disponível em: < http://files.engflorestal.webnode.com.br/200000004-54c9d55c3a/apostila_mv_cv.pdf >. Acesso em: 04 de Setembro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao espaço físico do Laboratório de Computação e Tecnologia em Engenharia Ambiental (Lactea) da UFPR e à Agencia Nacional de Águas pelos dados para o rio Belém.