

ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NA RESERVA FLORESTAL ADOLPHO DUCKE

Fabricia Adria Rio Branco Souza do VALLE¹
Sávio José Filgueiras FERREIRA²

¹Bolsista IC INPA-PIBIC/CNPq; ²Orientador CBIO/INPA

INTRODUÇÃO

Do volume total de recursos hídricos da terra, estima-se que o Brasil detenha entre 12% e 16%, portanto tem uma participação expressiva nesse contexto, mas os seus recursos não são distribuídos de forma homogênea e encontram-se ameaçados por diversos fatores socioeconômicos (Clark e King 2005). Grande parte dos recursos hídricos brasileiros, principalmente os de superfície, localiza-se na região amazônica e tem o rio Amazonas como um de seus representantes, que é o principal rio integrador desta bacia. Além disso, a região Norte é a região do Brasil menos habitada, e os seus recursos hídricos ainda não são tão requeridos ou sujeitos a pressões antrópicas, como as demais regiões. Essa condição faz com que o Brasil seja privilegiado, porque a água é um recurso estratégico para a humanidade, mantendo a vida no planeta Terra, a biodiversidade, a produção de alimentos e suportando todos os ciclos naturais. Tem, portanto, importância ecológica, econômica e social (Tundisi e Tundisi 2005).

A substituição de áreas de floresta na Amazônia por pastagem ou por outras atividades agrícolas causa preocupações, considerando que os solos da região, principalmente em áreas de terra firme, são ácidos e pobres em nutrientes (Ferreira *et al.* 2001), na expansão urbana dos municípios a preocupação tende a ser maior, devido a alteração da qualidade da água de seus recursos hídricos.

A expansão urbana de Manaus aconteceu em um espaço de tempo relativamente curto, a cidade viu seu imenso número de igarapés tornarem-se visivelmente degradados. Na sua área urbana estão localizadas quatro grandes bacias hidrográficas, sendo duas delas inteiramente urbanizadas (São Raimundo e Educandos), e as outras duas apenas parcialmente (Puraquequara e Tarumã), constituindo uma rede hidrográfica com uma malha de drenagem complexa (Ferreira *et al.* 2012).

Em uma bacia hidrográfica a transformação da precipitação em escoamento tem sido um tema tratado e discutido para a construção de uma teoria adequada, tanto em seus aspectos conceituais como em seus aspectos práticos, considerando suas características físicas próprias e a sua cobertura vegetal (Marques Filho *et al.* 2009).

A maioria dos igarapés (80%) na Área urbana de Manaus está impactada, com suas características abióticas modificadas pelo desmatamento e poluição da água (Couceiro *et al.* 2007). Também se pode citar como bom exemplo, a Bacia Hidrográfica Municipal da cidade de Melbourne, na Austrália, onde a floresta, que cobre inteiramente a bacia hidrográfica de cerca de 1.200 ha, é mantida intacta, com o único propósito de produzir água de boa qualidade para abastecimento público (Lima 2008).

Com relação ao tipo de ambiente pelos quais drenam os canais fluviais o ambiente estudado é de características canais aluviais (*alluvial channels*), sua característica principal é de possuir um leito arenoso, com barras e bancos arenosos formados por material sedimentar transportado pelo sistema fluvial, possuem uma grande variedade de formas (*channels patterns*), as quais respondem de formas diferentes às variáveis hidrológicas, climáticas, geológicas, e sedimentares.

Os níveis d'água nos rios são medidos semanalmente também e esses valores são transformados em vazão através de uma equação chamada de curva-chave.

Curva-chave é uma relação *nível-vazão* numa determinada seção do rio, expressa por uma equação matemática. Depois de obtida a equação, com o registro do nível do rio na seção para a qual a expressão foi desenvolvida, obtém-se a vazão. Não é apenas o nível da água que influencia a vazão: a declividade do rio, a forma da seção (mais estreita ou mais larga) também altera a vazão, ainda que o nível seja o mesmo. Entretanto, tais variáveis são razoavelmente constantes ao longo do tempo *para uma determinada seção*. A única variável temporal é o nível. Desta forma, uma vez calibrada tal expressão, a monitoração da vazão do rio no tempo fica muito mais simples e com um custo muito menor.

O objetivo do presente trabalho é determinar as curvas-chaves de dois igarapés da bacia do Tarumã-Açu, que nasce na Reserva Adolpho Ducke.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta das amostras

Os três locais a serem analisados nesse projeto são: (1) Igarapé Barro Branco - Sitio Uirapuru com coordenadas: Sul= 02° 56.115' e Oeste=059° 58.859'; (2) Igarapé Acará-1 (dentro da Reserva Ducke) com coordenadas: Sul= 02° 57.376' e Oeste= 059° 58.210' e (3) Igarapé da Bolívia norte /sul-1 com coordenadas: Sul= 02° 59.102' e Oeste=059° 57.096'.

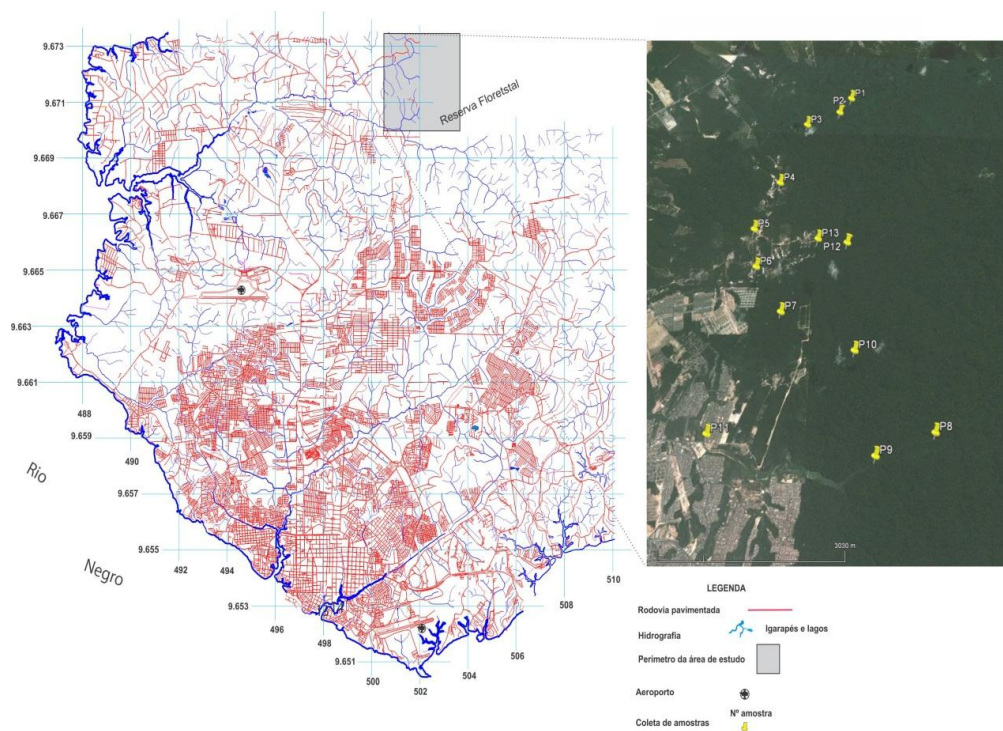


Figura 1. Localização da área de estudo mostrando os pontos na Reserva Florestal Adolpho Ducke.

Os materiais utilizados para a coleta e análise de dados são: Condutivímetro (utilizado para medir tanto a condutividade elétrica quanto a temperatura d'água dos igarapés estudados; sal (para fazer a solução, sendo 200g no igarapé Barro Branco- Sitio Uirapuru e 1kg no igarapé Acará-1); balde (para homogeneização da solução); seringa (para retirar parte da solução do balde); proveta de 1 Litro (para despejar a solução da seringa); prancheta (para a anotação dos valores da vazão); cronômetro (para cronometrar o valor da condutividade elétrica de 15 em 15 segundos).

Medição de Vazão - Método de diluição

A aplicação deste método de descarga química baseia-se nas diferenças de concentrações de marcador químico específico na água do rio, consiste em injetar uma solução concentrada de produtos químicos de título conhecido, em uma seção transversal de um escoamento de fluido em regime permanente e estacionário, determinando a jusante dessa seção, a nova concentração. Este ponto de recolhimento da amostra deve ser suficientemente afastado, de maneira a assegurar uma mistura homogênea da solução com a água. A solução traçador injetado deve ser facilmente solúvel, conservador (ou seja, não reativa), não tóxico e acessível. Para exata medição, a concentração do traçador na água do rio fundo deve ser baixa, o traçador deve ser facilmente detectável com medidores portáteis - condutividade elétrica (CE) - Condutivímetro. Um rastreador comum usado em estudos de rios é NaCl (sal de cozinha).

A vazão pode ser calculada pela seguinte fórmula:

A solução com a concentração de marcador conhecido (C_i) é injectado dentro de um canal com uma concentração conhecida de fundo (C_0) a uma taxa de fluxo constante (Q_i). A taxa de fluxo pode então ser determinada com base em princípios de conservação da massa, tal como mostrado na equação:

$$Q_i C_i + Q_0 C_0 = Q_1 C_1$$

A equação pode ser resolvida para Q_0 através da medição da concentração do traçador em algum ponto a jus ante do local de injeção até que se torne constante (Q_1), e reconhecendo que a descarga no ponto de medição a jusante (Q_1 é igual a $Q_0 + Q_i$).

Um volume da solução do traçador (V_i) é instantaneamente injectado no interior do canal. A mudança na concentração do marcador é então medida em algum ponto a jusante usando medidores portáteis (condutivímetro). As Medidas começam quando o traçador é injetado no canal e continuam até que esteja certo de que todo o volume do marcador tenha passado pelo ponto de medição (caracterizado por um retorno ao *background* concentrações – condutividade do curso d água antes da injeção).

Os dados de concentração versus tempo resultante pode ser plotados, e a área sob a curva integrada encontra-se a descarga. Isto é ilustrado na Equação:

$$Q = \frac{C_i \cdot V_i}{\int (C_i - C_0) dt}$$

Onde:

Q = vazão a ser medida em (m^3/s);

C_0 = concentração da substância química na água antes da injeção do traçador (*in natura*) em (mg/L);

C_i = concentração da substância química na solução injetada em (mg/L);

V_i = volume da solução do traçador;

t = tempo

Método de medição do Nível d'água

O nível d'água será medido concomitantemente com a medição vazão na operação de determinação da curva-chave a fim de se obter os pares de pontos cota - descarga a serem interpolados. São utilizadas Régua (Limnímetros). A maneira mais simples para medir o nível de um curso d'água é colocar uma régua vertical na água e observar sua marcação. As régua são geralmente constituídas de elementos verticais de 1 metro graduados em centímetro. São placas de metal inoxidável ou de madeira colocadas de maneira que o elemento inferior fique na água mesmo em caso de estiagem excepcional.

Curva Chave

A curva-chave relaciona o nível de um rio com sua vazão. Para obtê-la, fazemos medições de vazão pelos métodos apresentados anteriormente para diversos níveis e obtemos pares cota-descarga. A relação é obtida a partir da interpolação destes pontos e, como esta operação não contempla todos os níveis possíveis, utiliza-se ainda a extrapolação (Porto *et al.* 2001).

Uma vez determinada à curva-chave, precisamos monitorar apenas o nível d'água para obtermos a vazão do rio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Gráficos 1 e 2 é possível observar a curva-chave realizada de 2014 á Maio de 2015, onde cada uma tem sua característica própria, já que os igarapés possuem características próprias, as mesmas serão comparadas com a curva-chave do Igarapé da Bolívia norte/sul-1.

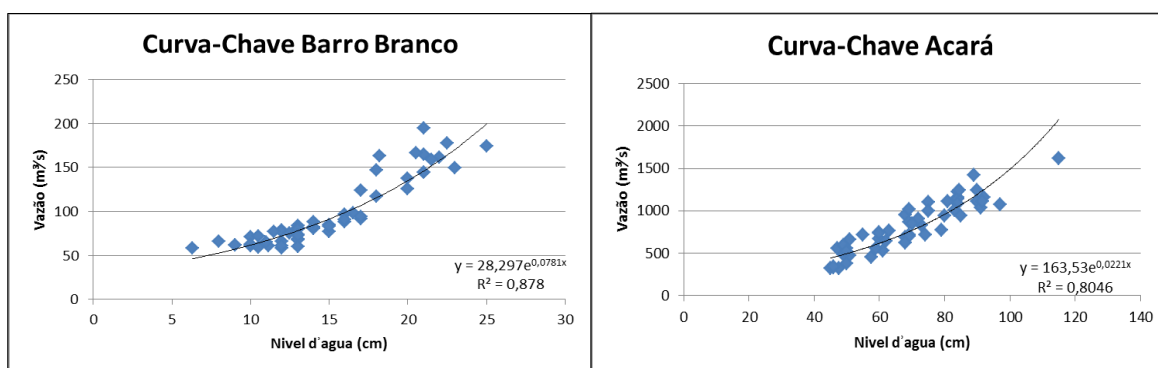


Gráfico 1. Curva-Chave Igarapé Barro Branco – Gráfico 2. Curva-Chave Igarapé Acará. Sítio Uirapuru.

Esses dois gráficos foram comparados com o gráfico da curva-chuva do Igarapé da Bolívia norte/sul-1.

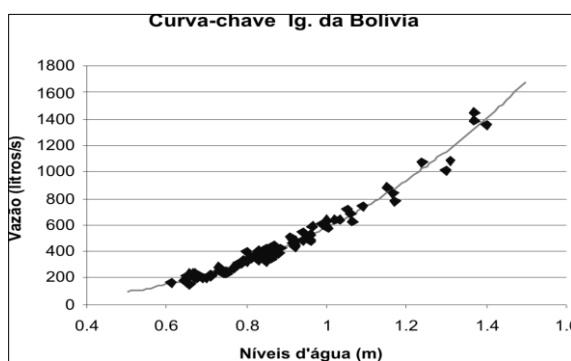


Gráfico 3. Curva-Chave Igarapé da Bolívia.

CONCLUSÃO

As Curvas-chave obtidas são resultados relevantes para saber como é o comportamento desses igarapés em relação ao Igarapé da Bolívia norte/sul-1, com esses resultados é possível estimar quanto de água existe nesses igarapés para que em um futuro possamos usufruir dessa água com consciência de que o que esta sendo utilizado não acarretara danos aos igarapés, as possíveis utilizações dessa água são: abastecimento, recreação, irrigação etc. Através do estudo desses escoamentos pode-se vislumbrar uma melhoria na qualidade de vida da população.

Além do que já foi dito, o projeto esta dando a oportunidade de se conhecer mais a área de pesquisa, campo e sobre escoamentos superficiais, que é o projeto trabalhado em questão, enriquecendo o conhecimento.

REFERÊNCIAS

- Clark, R.; King, J. 2005. *O Atlas da água*. Trad. Anna Maria Quirino. Publifolha. São Paulo, SP. 128p.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R.; Pimentel, T.P. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia*, 575: 271–284.
- Ferreira, S.J.F.; Miranda, S.Á.F.; Marques Filho, A.O.; Silva, C.C. 2012. Efeito da pressão antrópica sobre igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, área de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 42(4): 533–540.
- Ferreira, S.J.F.; Crestana, S.; Luizão, F.J.; Miranda, S.A.F. 2001. Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31: 381-396.
- Lima, W.P. 2008. *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. USP. Piracicaba. 245p.
- Marques Filho, A.; Ferreira, S.J.F.; Miranda, S.A.F. 2009. Modelo de escoamento superficial em bacia experimental da Reserva Florestal Adolpho Ducke. *Acta Amazonica*, 39(4): 907–922.
- Porto, R.; Zared 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.
- Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. 2005. *A água*. Publifolha, São Paulo, SP. 126p.