



Texto de apoio – EVAPORAÇÃO E TRANSPIRAÇÃO

Caros alunos,

Que tal aproveitar esse feriado para uma pescaria à beira do Rio Madeira??

Afinal, na semana Santa os peixes são os pratos favoritos...

Aqui na beira do rio, quero convidá-los a refletirem sobre duas das parcelas que compõem o ciclo hidrológico: a EVAPORAÇÃO e a TRANSPIRAÇÃO.

Nem precisaria estudar hidrologia para imaginar que toda essa água que paira sobre a Amazônia e eventualmente cai na forma de chuva foi evaporada de algum lugar... esse verdadeiro “mar” de vapor possivelmente teve sua origem em outras massas de água no estado líquido (veja o quadro sobre os “Rios Voadores”). Há quem diga que ao desmatar a Amazônia vamos desertificar também o sul e sudeste do Brasil, por estar matando, na origem, as fontes de vapor que trafegam daqui para lá! Mas de onde vocês acham que surgiram essas teorias? Afinal as florestas também “evaporam”? Sim. Assim como nós, elas transpiram. Vamos analisar cada um dos fenômenos separadamente.

Evaporação: A evaporação de água exposta em superfícies líquidas é um fenômeno fácil de entender. Fazemos uso desse fenômeno diariamente ao colocar as roupas úmidas para secar em um varal, por exemplo. Pela fórmula de transferência de massa, baseada na primeira Lei de Dalton¹, a evaporação de água de uma superfície líquida, pode ser calculada por:

$E = C (e_o - e_a)$, onde u é a velocidade do vento, e_o é a pressão de vapor à superfície da água, e_a é a pressão de vapor do ar e C é uma variável função do vento e de conversão de unidades. Analisando os componentes da fórmula acima, pode-se observar que a evaporação é diretamente proporcional à diferença das pressões de vapor registradas na água e no ar. Sabendo-se que a pressão de vapor de água é dependente e proporcional à umidade relativa do ar, em que região do Brasil os reservatórios (espelhos de água) sofrem maior perda por área, para mesmas condições de temperatura e ventos?

Outro elemento importante é a temperatura. A pressão de vapor da água (e_o) depende de sua temperatura, como se pode observar na Tabela abaixo.

PRESSÃO DE VAPOR DA ÁGUA PARA DETERMINADAS TEMPERATURAS										
Temperatura da água (°C)	0	4	10	20	30	40	50	60	80	100
Pressão de Vapor da água (mca)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,033	4,831	10,33

Fonte: Manual Prático de Engenharia Química.

¹ Lei de Dalton ou Lei das Proporções Múltiplas: Se dois gases A e B formarem mais de um composto, a massa de A que se combina com a mesma massa de B, nos diferentes compostos, devem ter, como razões, números inteiros. Registre ainda que antes, em 1802, Dalton havia demonstrado que se um gás é composto de uma mistura de gases, então a pressão total da mistura é a soma das pressões parciais dos gases componentes. (fonte: <http://www.seara.ufc.br>)

A elevação da temperatura da massa de água provoca o aumento da diferença ($e_0 - e_a$) e conseqüentemente, o aumento da evaporação. De onde vem a energia necessária para provocar o aumento da temperatura de superfícies líquidas na natureza?

Por outro lado, podemos afetar a diferença ($e_0 - e_a$) a partir da pressão de vapor no ar. Essa parcela depende da altitude ou da pressão atmosférica. Quanto mais elevado menor a pressão atmosférica – mais dispersas estarão as moléculas que compõem o ar (por isso, temos dificuldade em respirar em lugares altos). Então, reflita: para uma mesma temperatura, onde ocorrerá maior evaporação de superfícies líquidas: aqui na planície amazônica ou nas nascentes Andinas do Rio Madeira?

Monitorando a evaporação: os equipamentos utilizados para medir a evaporação de superfícies líquidas são conhecidos como evaporímetros. Os mais comuns são os atmômetros (anote no seu caderninho para impressionar os colegas) e os tanques de evaporação. Pesquise mais sobre eles para discutirmos em sala de aula. Outro método para medir a evaporação em superfície líquida é a aplicação do balanço hídrico em um sistema de reservatório. Fizemos um exercício semelhante para calcular a infiltração em pequenas bacias. A diferença é que em reservatórios a água que se “perde” por infiltração costuma ser muito inferior à “perda” por evaporação do espelho d’água. Para isso, é necessário o monitoramento da quantidade de água que entra e que sai do sistema ou reservatório para aplicação da equação de balanço hídrico:

$$dV/dt = R - Q - E.A + P.A \text{ onde:}$$

V = volume de água contido no reservatório; t = tempo; R = vazão total de entrada no reservatório; Q = vazão de saída do reservatório; E = evaporação; P = precipitação sobre o reservatório; e A = área do reservatório.

Transpiração: Da mesma forma que nós, nesse calor de Rondônia, as plantas também transpiram. Cada tipo de vegetação tem uma taxa de transpiração que depende, entre outras coisas, de sua área foliar. Para medir a transpiração de forma isolada da evaporação de água do solo, utilizam-se fitômetros. Trata-se de um recipiente fechado que evita a entrada de chuva ou de vapor oriundo da evaporação do solo. Mas o mais comum é a estimativa dos dois fenômenos de forma integrada – daí o termo EVAPOTRANSPIRAÇÃO. Os agrônomos medem as perdas por transpiração e evaporação no solo para diferentes culturas, em condições controladas. Esses registros são conhecidos como Evapotranspiração Potencial (EVP). Aqui na Bacia do Rio Madeira, você deve imaginar que a evapotranspiração é bastante significativa, já que a cobertura de boa parte da bacia ainda preserva a floresta amazônica.

Para medi-la, podemos lançar mão de dois métodos: a construção de lisímetros ou por meio da avaliação do Déficit de escoamento em bacias hidrográficas.

O estudo de bacias, com séries históricas robustas permitiu que alguns cientistas desenvolvessem fórmulas empíricas para cálculo do déficit de escoamento. Alguns exemplos: Fórmula de Coutagne e de Turc:

Coutagne: $D = P - (1/(0,8+0,14.T)).P^2$, onde:

D = déficit de escoamento médio anual, em metros;

P = precipitação média anual em metros;

T = temperatura média anual do ar, em graus Celsius.

Turc:

$$D = P/(0,9+P^2/L^2)^{1/2}$$

$$L = 300+25.T+0,05.T^3$$

D = déficit de escoamento médio anual em milímetros;

P = precipitação média anual em milímetros

T = temperatura média anual do ar, em graus Celsius.

Pesquise as variáveis médias anuais para a nossa região e estime por ambas as fórmulas o déficit. Depois disso, compare com o déficit observado na série histórica da estação 15.40.00.00, (Porto Velho) para os anos de 2000 até 2005. Observe que o ano de 2005 foi aquele ano de seca extrema na Amazônia em geral. Até a próxima aula!!!