

A INFLUÊNCIA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL

Yuri Sotero Bomfim Fraga¹
Ivan Santos Dortas²
Walter Vieira Mota³
Cassio Kayque Costa Castro⁴
Luiz Henrique Pereira Santos⁵



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Nos últimos anos, foi possível observar diversas crises relacionadas à escassez de água. O principal motivo foi a falta de chuvas, que pode ser explicado devido à redução da evaporação das águas dos rios, lagos e oceanos e da transpiração das plantas. À junção dos fenômenos de evaporação e transpiração dá-se o nome de evapotranspiração. Ela é de fundamental importância para a engenharia civil por diversos motivos, dentre eles o dimensionamento da rede de drenagem. O correto dimensionamento além de diminuir os custos de um possível superdimensionamento pode diminuir o número de enchentes em caso de um subdimensionamento. Outro fator ligado à engenharia está na produção de energia elétrica por meio das usinas hidrelétricas. Com o rebaixamento do nível de água, ocorre a diminuição da produção de energia elétrica. Devido a esses fatores, faz-se necessário o correto estudo das bacias hidrográficas, levando em consideração o balanço hídrico da região em estudo.

PALAVRAS-CHAVE

Evapotranspiração. Dimensionamento. Engenharia.

ABSTRACT

In recent years, we observed many crises related to water scarcity. The main reason was low rainfall, which can be explained by the reduction of evaporation of water from rivers, lakes and oceans and plant transpiration. At the junction of evaporation and transpiration phenomena gives the name of evapotranspiration. It is of fundamental importance for civil engineering for various reasons, including the dimensioning of the drainage system. The correct dimensioning in addition to reducing the costs of a possible oversizing can decrease the number of floods in case of an undersizing. Another factor connected to engineering is the production of electricity through hydroelectric plants. With the lowering of the water level, there is a decrease in electricity production. Because of these factors, it is necessary to correct the study of the hydrographic basins considering the water balance of the region studied.

KEYWORDS

Evapotranspiration. Dimensioning. Engineering.

1 INTRODUÇÃO

As águas se encontram em permanente movimento, constituindo o ciclo hidrológico. A água que é transformada em vapor pela radiação solar e a transpiração dos organismos vivos sobem para a atmosfera, onde esfriam progressivamente dando origem às nuvens. As massas de água formadas por estes vapores voltam à superfície terrestre através da ação da gravidade, nas formas de chuva, neblina e neve.

Figura 1 – Evapotranspiração



Fonte: Conceitos de hidrologia (2009)

Por meio das massas de ar, acontece a principal transferência de água para a superfície terrestre, a precipitação, esta tem como sua forma mais comum a chuva. A precipitação acontece quando as micro gotículas nas nuvens atingem o tamanho e o peso suficiente para que a força da gravidade supere as turbulências do meio atmosférico.

No trajeto em direção à superfície terrestre, a precipitação já sofre evaporação. Esta consiste no processo físico no qual um líquido ou sólido passa para o estado gasoso. A evaporação depende da energia proveniente da radiação solar. A temperatura do ar está associada à radiação solar, portanto correlaciona-se com a evaporação.

Por meio da perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas acontece a evapotranspiração, que apresenta grande importância para um balanço hídrico de uma bacia e para um balanço hídrico agrícola. A passagem para a atmosfera ocorre por estômatos localizados nas folhas e a diferença total do potencial entre o solo e a atmosfera.

A evapotranspiração pode ser definida como a soma da evaporação com a transpiração. A evaporação está tem como sua principal fonte de alimentação os oceanos, pois eles possuem grande quantidade de água que são transformados em vapor. A transpiração tem como sua principal fonte de alimentação as plantas, pois elas perdem água através de suas folhas, transformando-a em vapor.

Com a variação de um dos constituintes do ciclo hidrológico, há um grande impacto no cotidiano. Com o desmatamento, por exemplo, o volume de água evaporado a partir da transpiração das plantas diminui, ocasionando a diminuição do volume de água precipitado, ocasionando as secas.

O presente artigo tem como objetivo demonstrar a importância da evapotranspiração para as bacias hidrográficas e sua influência na construção civil. O desenvolvimento do mesmo baseia-se em pesquisa bibliográfica.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

O ciclo hidrológico tem importância fundamental para bacias hidrográficas, rede de drenagem pluvial, rede de esgoto, usinas hidrelétricas. De acordo com Tucci (2002, p. 41), o papel hidrológico da bacia hidrográfica é transformar uma entrada de volume concentrada no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo.

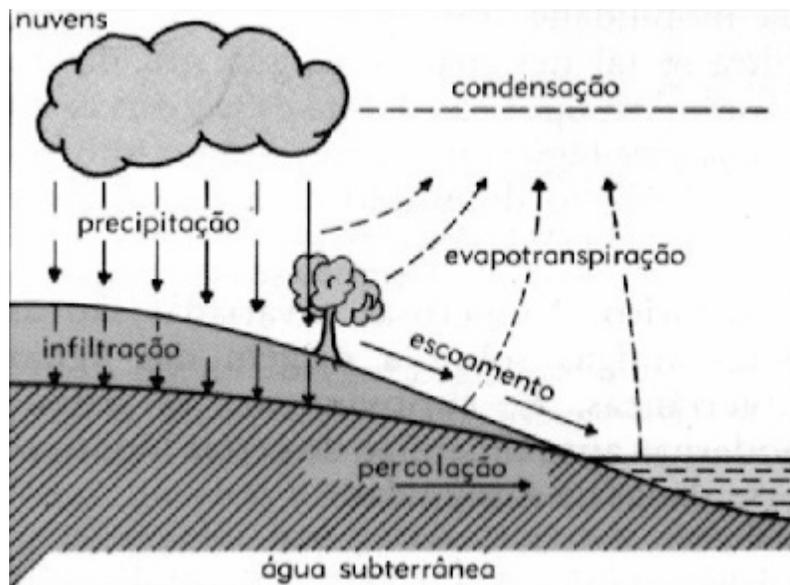
O ciclo hidrológico é o princípio unificador fundamental de tudo o que se refere à água doce do planeta. O ciclo é o modelo pelo qual se representam a interdependência e o movimento contínuo de água nas fases sólidas, líquida e gasosa. (TUNDISI, 2005, p.5).

De acordo com Tundisi (2005, p. 5), os componentes do ciclo hidrológico são:
- Precipitação: água adicionada à superfície da terra a partir da atmosfera. Pode ser líquida (chuva) ou sólida (neve ou gelo);

- Evaporação: processo de transformação da água em sua forma líquida para a fase gasosa (vapor d'água). A maior parte da evaporação se dá a partir dos oceanos; nos lagos, rios e represas também ocorre evaporação;
- Transpiração: processo de perda de vapor d'água pelas plantas, o qual entra na atmosfera;
- Infiltração: processo pelo qual a água é absorvida pelo solo;
- Percolação: processo pelo qual a água entra no solo e nas formações rochosas até o lençol freático;
- Drenagem: movimento de deslocamento da água nas superfícies, durante a precipitação.

Ainda é possível classificar mais um componente do ciclo hidrológico, a evapotranspiração. Segundo Tucci (2002, p. 37), a evapotranspiração, que é a soma da evaporação e da transpiração, depende da radiação solar, das tensões de vapor do ar e dos ventos. A Figura 2 ilustra o ciclo hidrológico:

Figura 2 – Ciclo hidrológico



Fonte: Carvalho (2008).

De acordo com Setti (2001), a água é o recurso natural básico para a engenharia de recursos hídricos. Quando a distribuição dos locais onde ela é disponível não está adequada com o padrão espacial das demandas dos centros de consumo, a solução para a satisfação das demandas em suas plenitudes é a procura de água em outros locais onde seja disponível.

Há anos a Floresta Amazônica, localizada na região norte do Brasil, está sendo desmatada, com isso ocorre a diminuição na transpiração das plantas. Com o conceito de evapotranspiração, pode-se deduzir que como consequência ocorre também a diminuição da evapotranspiração. Esse fato causou recentemente uma das maiores secas em São Paulo, localizado no Centro-oeste do Brasil.

A Amazônia bombeia a umidade que vai se transformar em chuva nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil. Com isso, pode-se observar que quanto maior o desmatamento, menor o volume de água nos reservatórios.

De acordo com o G1 (2014), 20% das árvores da Amazônia original foram desmatadas. Restaram imensas clareiras que somam uma área maior que a França e a Alemanha juntas. Com essa enorme área com plantas, seria possível normalizar o abastecimento em São Paulo.

Com tamanho desmatamento, várias nascentes não vertem mais água, diversas represas possuem menos de 10% de sua capacidade de armazenagem. Pode-se tomar como exemplo a represa próximo à Mogi das Cruzes, interior do estado de São Paulo, onde o nível de água em um dos pontos deveria estar em 5 metros de profundidade e está quase seca.

De acordo com o **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais** (INPE, 2014), as chuvas ocorrem principalmente durante o verão e a umidade é oriunda da Amazônia. O vapor d'água é carregado pela ação dos ventos até a região sudeste, e ao precipitar, recarrega os principais reservatórios dessa região.

Pode-se dizer também que a umidade que evapora dos oceanos é empurrada naturalmente pelos ventos para dentro dos continentes. Uma parte desse vapor vira chuva e cai, principalmente, sobre as grandes florestas na altura do Equador. O excesso de umidade segue empurrado pelos ventos, atravessa os continentes e acaba indo para o mar. Um ciclo que ao redor da Terra só tem uma exceção: a Amazônia.

Em comparação com as grandes florestas equatoriais, a Amazônia é um caso especial, devido à Cordilheira dos Andes. Esta é formada por um paredão de 7 mil metros de altitude, que impede que as nuvens se percam no Pacífico. Elas esbarram na Cordilheira e desviam para o Sul.

3 IMPORTÂNCIAS PARA A ENGENHARIA CIVIL

Para a construção da rede de drenagem faz-se necessário o estudo pluviométrico da região a ser implantado o projeto. A partir do planejamento adequado do sistema de drenagem, é possível evitar problemas futuros como a vazão do projeto ser menor do que a realidade da região. Outra consideração importante faz-se necessária com relação ao custo da obra, assim como a rede pode não aguentar a vazão exigida, pode-se gastar mais do que o necessário em um projeto superdimensionado.

O planejamento adequado dos recursos hídricos somente é possível a partir do conhecimento dos valores quantitativos, tendo em vista sua distribuição nas escalas temporal e espacial. Este conhecimento requer a implantação de um sistema de monitoramento hidrológico, de longo período, que permita esta quantificação. Neste sentido, os modelos de simulação hidrológica apresentam importante aplicabilidade na geração de informações não disponíveis. Existe um grande número de modelos disponíveis, variando com os objetivos, escala espacial e temporal e principalmente com o número de informações de entrada exigidas. (PAIVA, 2006, p. 2).

Outra relação entre a engenharia e a evapotranspiração, segundo Matos (2008), é o processo de tratamento de água residuária em sistemas alagados construídos (sistemas "Wetlands"), cultivados com plantas macrófitas, que se caracterizam como sistemas robustos e de baixos custos e simplicidade de operação e manutenção. Tais aspectos os tornam ideais para aplicação em regiões carentes de saneamento básico, adequando-se perfeitamente às condições de países de clima tropical, que possuam áreas disponíveis à sua implantação, como é o caso do Brasil.

Os referidos sistemas de tratamento de águas residuais são adequados para se fazer o tratamento secundário e terciário de despejos domésticos e industriais, além de produzir efluentes com excelente qualidade para o reuso na agricultura, desde que se observem os critérios de segurança de saúde pública. Todavia, o seu caráter extensivo sobre a superfície assemelha-o a ecossistemas naturais, estando sujeito a perdas de águas por evapotranspiração, o que pode os tornar desinteressantes em regiões áridas ou semiáridas, quando o objetivo for o reuso do efluente na agricultura.

A eficiência do sistema pode ser influenciada pelo ciclo hidrológico e as precipitações e as perdas de água por evapotranspiração devem ser consideradas no dimensionamento do mesmo. As precipitações podem provocar elevação temporária do nível da água, alterando o comportamento hidráulico e podendo causar escoamento superficial no sistema, e, com isso, proporcionando redução na eficiência do tratamento. A ocorrência da evapotranspiração reduz, por sua vez, o nível da água no tanque e, por consequência, proporciona concentração dos poluentes presentes na água residuária em tratamento, possibilitando subestimativa da eficiência de remoção pelos reatores e, em certos casos, podendo provocar efeitos tóxicos à vegetação.

A evapotranspiração em sistemas alagados naturais pode estar relacionada ao clima e às características das águas de subsolo e de superfície, como também, à fisiologia das plantas. A evaporação e a transpiração são influenciadas pelas condições meteorológicas, tais como radiação solar ou temperatura da superfície e por fatores como a umidade relativa do ar, velocidade do vento (SÁNCHEZ-CARRILLO ET AL., 2001).

4 CONCLUSÃO

A evapotranspiração é peça fundamental para o ciclo hidrológico. Sem a evaporação dos rios, lagos e oceanos e a transpiração das plantas o ciclo hidrológico seria sensivelmente afetado. Caso houvesse redução da evaporação ou da transpiração, as bacias hidrográficas teriam sua reserva de água diminuída, o que afetaria diretamente as usinas hidrelétricas, podendo causar racionamento de água e/ou energia. Com a diminuição da evapotranspiração, as demandas industriais não seriam atendidas, causando prejuízo às empresas e à economia brasileira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS – ABRH. **HIDROLOGIA: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, [2002]. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4) ISBN 8570256639.

CARVALHO, Olavo. Ciclo da água, árvores e poluição dos rios, em 7 partes. **Blog do João Maria Andarilho**. 15 de setembro de 2008. Disponível em: <<http://educacaodialogica.blogspot.com.br/2008/09/ciclo-da-gua-arvores-e-poluio-dos-rios.html>>. Acesso em: 12 set. 2014

CONCEITOS DE HIDROLOGIA. **Evapotranspiração**. 2009. Disponível em: <<http://conceitosdehidrologia.blogspot.com.br/2009/04/evapotranspiracao.html>>. Acesso em: 10 set. 2014.

CUNHA, R.L.A. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos das secas**. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58023/1/000129128.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2014.

INPE. **Falta d'água em cidades tem a ver com devastação desenfreada da Amazônia**. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/namidia/img/clip31082014_03.pdf>. Acesso em: 11/09/2015.

MATOS, A.T.; Brasil, Mozart da Silva. **Avaliação de aspectos hidráulicos e hidrológicos de sistemas alagados construídos de fluxo superficial**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522008000300012>. Acesso em: 12 set. 2014.

PAIVA, R.C.D.; PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA, J.B.D. **Estimativa das vazões naturais nas sub-bacias do Vacacaí Mirim através de modelo simplificado**. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/eloiza/download/Igo/VazoesNaturais.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2014.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2001. 326 p.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2.ed. São Paulo: RiMa, 2005. 251p. ISBN 8576560488

Data do recebimento: 14 de setembro de 2016

Data da avaliação: 24 de setembro de 2016

Data de aceite: 2 de Outubro de 2016

1. Graduando em engenharia civil – Universidade Tiradentes. E-mail: yurisotero.engcivil@gmail.com
2. Graduando em engenharia civil – Universidade Tiradentes. E-mail: ivansantosdortas@hotmail.com
3. Graduando em engenharia civil – Universidade Tiradentes. E-mail: waltervieiramota@hotmail.com
4. Graduando em engenharia civil – Universidade Tiradentes. E-mail: cassiokayque@live.com
5. Graduando em engenharia civil – Universidade Tiradentes. E-mail: lhenrique-ps@hotmail.com