

**CICLO HÍDRICO: VANTAGENS E DESVANTAGENS NA ENGENHARIA CIVIL**

*FRANCILENE CARDOSO ALVES FORTES*

<sup>1</sup> Doutorado em Agronomia - UNESP, Professora e orientadora da Centro Universitário Estácio da Amazônia - Boa Vista/RR - e-mail: [francilene.fortes@estacio.br](mailto:francilene.fortes@estacio.br); <sup>2</sup> Alunos do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Amazônia - Boa Vista/RR – e-mail:

**RESUMO**

As alterações numa parte do sistema podem afetar outras partes ou mesmo todo o sistema de drenagem, modificando o balanço das entradas de chuvas e as saídas ou descargas residuais da bacia. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica para analisar como observar e compreender o ciclo da água de maneira empírica; nem como verificar quais as vantagens e desvantagens no meio da engenharia; e quais os impactos que podem ocorrer. A maquete foi construída para ser apresentada no VIII Encontro de Iniciação Científica da Estácio Amazônia, que ocorrerá entre os Dias 16, 17 a 18 de Novembro de 2016, das 15:00 h às 22:00 h, no Campus da Estácio Amazônia- Centro Universitário Estácio da Amazônia, Boa Vista – RR. Pode-se dizer que mesmo que em escala muito pequena, que a floresta desempenha importante papel na distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, infiltração, escoamento superficial e erosão. Nesse sentido, conclui-se que há necessidade de mais estudos a fim de detectar quanto esses impactos interferem, assim como, poder de fato apontar os riscos de sustentabilidade ao ciclo hidrológico e as respectivas funções que proporciona ao clima e ao conforto térmico que oferece à sociedade humana e os outros seres dos ecossistemas que a integram.

**Palavras-chave:** ciclo hidrológico, alterações, floresta.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente discute sobre a importância da conservação dos recursos hídricos do planeta já que constituem uma unidade geomorfológica fundamental, onde os impulsos das chuvas acionam os processos hidrológicos e erosivos que regulam as transformações morfológicas e a evolução interna da bacia.

Estes processos são regulados pelos componentes internos relacionados ao substrato rochoso, aos solos, a cobertura vegetal e ao uso da terra. Significa, portanto, que alterações numa parte do sistema podem afetar outras partes ou mesmo todo o sistema de drenagem, modificando o balanço das entradas de chuvas e as saídas ou descargas residuais da bacia.

Uma vez que a integração entre estes se dá por meio de uma circulação contínua que é responsável pela renovação da água no planeta denominado de ciclo da água ou ciclo hidrológico.

Sendo assim, esse movimento contínuo e dinâmico que transporta água de um lugar para outro é mantido pela energia solar e pela gravidade por meio da evaporação, transpiração, sublimação, condensação, precipitação, infiltração, escoamento superficial, de acordo com as leis físicas que dirigem essa ciclicidade.

O presente trabalho tem por objetivo fazer uma revisão bibliográfica para analisar como observar e compreender o ciclo da água de maneira empírica; nem como verificar quais as vantagens e desvantagens no meio da engenharia; e quais os impactos que podem ocorrer.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Ciclo hidrológico: função importantíssima pela renovação da água**

Num contexto geral, muitos estudos já foram realizados a respeito do ciclo hidrológico e as respectivas contribuições que recebe, pois sobre isto, ANA (2009) deixam entendido que entre os grandes agentes de equilíbrio desse processo hidrológico a vegetação tem suma

importância, pois além de tirar a água necessária para o respectivo metabolismo absorve uma parte da água que cai pelas raízes, cuja função no futuro é retornar à atmosfera pela transpiração ou pela evaporação.

Em se tratando do ciclo hidrológico responsável pela renovação da água no planeta fez-se necessário estudar sobre função importantíssima do mesmo para a permanência das espécies vivas, assim como, ao equilíbrio do ambiente biofísico-químico, tendo em vista ser o elemento água, vital para o meio ambiente.

E para avaliar qualquer perturbação numa bacia, é necessário antes conhecer bem as características hidrológicas do ecossistema natural, para posteriormente fazer a comparação com aqueles em que houve intervenções antrópicas.

No que diz respeito desse estado a água, após processado passará por alteração de temperatura de acordo com o lugar. Será elevada nos oceanos que estão sob a influência das altas subtropicais e menos intensa nos oceanos equatoriais, onde a precipitação é abundante. Em contrapartida, nos continentes as precipitações serão mais elevadas onde se tem a presença de florestas e mais baixa nos lugares que existem desertos.

Analisar o ecossistema envolve características de clima, geomorfologia, solo, vegetação, deflúvio e evapotranspiração, podendo quantificar os processos hidrológicos da bacia e correlacioná-los com as diferentes variáveis relacionada à quantidade e qualidade da água, assim como sua dinâmica (CARDOSO et al., 2006).

Nota-se que o estudo dos recursos hídricos implica em conhecimento do ciclo hidrológico, seus componentes e as relações entre eles.

### **Ciclo: vantagens sustentáveis**

A contribuição do ciclo hidrológico faz do Brasil um país com alto indicador de água renovável (42.459 km<sup>3</sup>/ano), haja vista que a vazão média anual dos rios em território brasileiro é de

179 mil/m<sup>3</sup>/s, total que corresponde a aproximadamente 12% do quantitativo mundial de água doce (CHRISTOFIDIS, 2006a).

Para Christofidis (2006 b) foi possível verificar que o ciclo hidrológico na Amazônia é favorável para a estabilidade do clima e sustentabilidade biótica e abiótica, principalmente na América do Sul, pois além da precipitação que reabastece os ecossistemas amazônicos, também se torna contribuinte para a ciclagem hídrica em outras bacias de drenagens (sul e sudeste).

A água diferencia-se dos demais recursos naturais pela notável propriedade de renovar-se Cardoso et al. (2006) afirmam que a quantidade de água que a floresta devolve para a atmosfera pode representar uma grande diferença na produção de água pela bacia.

No contexto da análise sobre o ciclo hidrológico já se explicitou que este é o responsável pela distribuição e movimentação da água. Coelho Netto e Avelar (2007), explicam que a distribuição espacial e temporal da água se dá em virtude da interação de fenômenos variados, envolvendo componentes e processos específicos relacionados com a hidrosfera, atmosfera, biosfera e litosfera.

Segundo ANA (2009) de 20% a 35% das chuvas regionais são alimentadas pela evapotranspiração produzidas na bacia amazônica. Portanto, ressalta-se que não é toda evapotranspiração que se precipita sobre a bacia, porém a contribuição para as chuvas anuais é muito significativa e daí as alterações nos usos da terra têm impactos importantes que devem ser acompanhados.

Hess (2002) defende que cada hectare de floresta produz pela evapotranspiração foliar cerca de 4000 a 6000 toneladas de água/dia. Graças a esse processo, grande parte das chuvas e da elevada umidade que as florestas tropicais úmidas necessitam para sobreviver são, criadas pela própria floresta que tem sido substituída por pastagens.

A substituição da floresta natural por pastagens, como acontece na Amazônia pode colocar em risco esse serviço ecossistêmico, especialmente na estação seca, quando a pastagem fica

seca enquanto a floresta permanece verde. O resultado disso indicou um escoamento da água na área de pastagem 10 vezes maior do que na área florestada (FERREIRA et al., 2005), demonstrando assim, o risco de sustentabilidade equilibrada do ciclo hidrológico se a cobertura do solo for alterada de floresta nativa para gramíneas.

Nota-se que o ciclo hidrológico configura processos bem mais complexos que os acima descritos.

### **Impactos sobre o ciclo hidrológico**

O homem vem modificando o meio em que vive, de modo à “adequá-lo” às suas necessidades, o que repercute em sensíveis alterações do ciclo hidrológico.

O que se tem observado é que o desmatamento amazônico está destruindo a floresta rapidamente e excluindo oportunidades para o uso sustentável da floresta. A perda de oportunidade para capturar valor dos serviços ecossistêmicos providos pela floresta como uma nova base para a economia no interior da região tem um valor que excede o dos usos de pastagens, por exemplo (ANA, 2009).

Além da diminuição da umidade atmosférica para a formação de chuva o desmatamento na floresta amazônica pode ainda modificar a vegetação que pode não reaparecer, cria-se desta forma uma nova comunidade vegetal, reduz capacidade de o terreno reter água, diminui a fertilidade do solo e acelera o processo de erosão, diminui biodiversidade e a geodiversidade (produção de água) na região (FERREIRA et al., 2005),

Sem a recuperação e a manutenção das florestas em grandes áreas do continente e com o aumento do desmatamento, em longo prazo o ciclo hidrológico pode não compensar as perdas locais de umidade, o que poderá acarretar uma alteração no ciclo hidrológico terrestre com incalculável presença de catástrofes naturais insustentáveis.

Pois apesar dos riscos para o clima do planeta, devido às derrubadas das florestas tropicais, desmatamentos têm ocorrido em grandes proporções. Se medidas severas não forem

tomadas e tal destruição prosseguir, as alterações climáticas e a falta de água deverão se tornar mais drásticas, trazendo o risco de grandes desastres a um número cada vez maior de pessoas (ANA, 2009).

Os sistemas hidrológicos do mundo estão mudando rapidamente. Enquanto isso, o desmatamento já reduziu os fluxos de vapor derivados de florestas por quase 5%/ano, do total terrestre global, com poucos sinais de desaceleração (SHEIL, 2009). A necessidade de compreender como cobertura vegetal influencia do clima nunca foi tão urgente.

A conservação de florestas implica em uma maior provisão de vapor de água para a região, infelizmente, pouco entendimento tem resultado desta crise sobre a importância da manutenção da floresta amazônica para manter a capacidade geradora do país no futuro.

Além de alterar as fases do ciclo hidrológico, as atividades antrópicas têm uma série de repercussões sobre o meio ambiente, tais como: contaminação de corpos d'água, devido ao lançamento de efluentes de origem industrial, agrícola ou doméstico (esgoto das cidades); introdução de espécies exóticas (espécies que não eram encontradas na região na região e foram introduzidas pelo homem); ocupação de planícies de inundação; mudanças globais no clima; desmatamento; contaminação do ar, ocasionando chuvas ácidas, etc (FERREIRA et al., 2005).

Acontecimentos como estes citados acima, ocorrem constantemente sem nenhuma fiscalização e monitoramentos dos órgãos ambientais que deveriam proteger a biodiversidade e a geodiversidade.

### **Estratégias preventivas**

No entanto, pela lógica, a importância da água já se tornou conhecida, e isto deveria contribuir para motivar governos das instâncias municipais, estaduais e federais a desenvolver efetivas políticas de preservação e conservação da floresta.

Por exemplo, pode-se citar o barramento de rios, que modifica o regime de escoamento, aumenta a evaporação e eleva o nível das águas subterrâneas (lençol freático), além de outras consequências sobre a biota aquática.

Outro exemplo é a impermeabilização do solo devido à urbanização, o que diminui a parcela infiltrada e aumenta o escoamento superficial, causando alagamentos. O desmatamento é outro exemplo, na medida em que diminui a interceptação, deixando os solos expostos à ação das gotas de chuva e do escoamento superficial, que erodem o solo e carregam nutrientes e sedimentos para rios e lagos (SALATI, 2006).

Sachs (2008) é o grande defensor da permacultura já que esse sistema se resume no planejamento e na manutenção consciente de ecossistemas agriculturáveis, compostos de diversidade, estabilidade e resistência dos ecossistemas naturais, em que, haja uma integração harmoniosa entre as pessoas e a paisagem, provendo alimento, energia, abrigo e outras necessidades, materiais ou não, de forma sustentável.

Esses processos produtivos agrícolas com bases sustentáveis podem garantir uma produção de alimentos de baixo impacto ambiental, pois valoriza os fluxos naturais circulantes de energia, proporcionando baixa entropia para o ambiente, sendo viável ao pequeno agricultor para oferecer diversidade de produtos e proteger a floresta.

Outra estratégia pode ser o fortalecimento da agricultura familiar, segundo Sachs (2008) o qual pode transformar os processos produtivos agrícolas em curso, para uma produção de bases sustentáveis. Isto será possível por meio de mecanismos (formação tecnológica, assistência técnica e extensão rural, transporte, abastecimento e comercialização segura) que forneçam a esses produtores, condições para se manterem no campo produtivo dos ecossistemas de várzea e terra firme da Amazônia, colaborando diretamente com o ciclo da água.

## **METODOLOGIA**

A maquete foi construída para ser apresentada no VIII Encontro de Iniciação Científica da Estácio Amazônia, que ocorrerá entre os Dias 16, 17 a 18 de Novembro de 2016, das 15:00 h às 22:00 h, no Campus da Estácio Amazônia- Centro Universitário Estácio da Amazônia, Boa Vista – RR.

Para a compreensão do ciclo hidrológico, fez-se uma demonstração tendo início com a evaporação da água dos oceanos, onde foi construída uma maquete da seguinte maneira Figura 01:



**Figura 01:** Reservatórios de captação e bacia de tranquilização.

**Fonte:** autores (2016).

Foram colocados às arvores, o rio e a montanha para representar o ciclo hidrológico da água, porém do outro lado foi feita uma cidade para mostrar algumas vantagens e desvantagens sobre o ciclo no meio a engenharia, mostrando também os impactos que podem ser causados, devido às mudanças realizadas pelo ser humano.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Quando se fala em mudanças climáticas, logo se pensa mais na questão da temperatura do que no regime das chuvas na região, contudo o ciclo hidrológico bem como a formação da chuva é um serviço ecossistêmico mais palpável para se discutir neste presente trabalho.

Sabe-se que o desmatamento agride-se todas estas dimensões e as consequências podem ser as mudanças no clima e nos sistemas como um todo. Sendo assim, é importante ressaltar que o ciclo hidrológico com a contribuição da floresta, favorece o clima local e regional pela ciclicidade da água em outras bacias hidrográficas.

Pode-se dizer que mesmo que em escala muito pequena, que a floresta desempenha importante papel na distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, infiltração, escoamento superficial e erosão.

Desse modo, o abastecimento das águas é favorecido e a variação de vazão ao longo do ano, reduzida, além do retardamento dos picos de cheia. Alguns pesquisadores afirmam que a floresta nativa, entre os ecossistemas vegetais, atua no ciclo hidrológico de maneira mais significativa, pois proporciona melhores condições de infiltração da água da chuva (OLIVEIRA JR e DIAS, 2005).

Uma das principais influências da floresta ocorre já no recebimento das chuvas pelas copas das árvores, quando se dá o primeiro fracionamento da água, onde uma parte é temporariamente retida pela massa vegetal e em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado de interceptação (ANA, 2009). A interceptação é a retenção de parte da precipitação acima da superfície do solo, podendo ocorrer devido à vegetação ou outra forma de obstrução ao escoamento.

A importância deste ciclo para a renovação e existência das espécies vivas no planeta já discutidas anteriormente esta estreitamente relacionada ao serviço ecossistêmico prestado pelas florestas de grande extensão. Pois a proteção e manutenção da referida floresta implica em prosseguir com o equilíbrio dinâmico natural na Terra, tendo em vista que a água permeia todas as dimensões da sustentabilidade ambiental sugeridas por Sachs (2008).

No que diz respeito à conservação do solo é inegável a proteção exercida pela cobertura vegetal (floresta) e suas características podem ser empregadas no manejo de bacias hidrográficas, para produção de água de boa qualidade.

Dada à importância e necessidade de se verificar a influência da vegetação (floresta) sobre o ciclo hidrológico, a presente revisão bibliográfica possibilita a melhor compreensão dos processos hidrológicos envolvidos no sistema.

Bem como Sachs (2008) demonstra a necessidade de mais estudos sobre a relação destes fatores em nossas florestas, pois apesar do que já se sabe, sobre a influência da vegetação sobre o ciclo hidrológico em bacias hidrográficas, cada situação tem suas particularidades que devem ser levadas em conta no momento de se executar qualquer intervenção.

Em determinadas ocasiões, a natureza parece trabalhar em excesso, com chuvas torrenciais que ultrapassam a capacidade dos cursos d'água provocando inundações. Em outras ocasiões parece que todo o mecanismo do ciclo parou completamente e com ele a precipitação e o escoamento superficial. Neste momento de enchente e de seca extremas que os engenheiros são fundamentais, para construção de projetos de Engenharia Hidráulica cuja finalidade é de proteção contra estes problemas extremos.

### **Considerações finais**

Nesse sentido, conclui-se que há necessidade de mais estudos a fim de detectar quanto esses impactos interferem, assim como, poder de fato apontar os riscos de sustentabilidade ao ciclo hidrológico e as respectivas funções que proporciona ao clima e ao conforto térmico que oferece à sociedade humana e os outros seres dos ecossistemas que a integram.

Portanto, cabe a cada cidadão exercer a sua parte individual e a coletiva, interagindo assim com a comunidade científica, contribuindo com o poder público na formulação e execução políticas públicas eficientes e eficazes e, por fim, a sensibilização da sociedade civil na mobilização em prol da garantia de sustentabilidade ambiental local e regional.

### **REFERÊNCIAS**

ANA - Agencia Nacional de Águas. **Panorama dos Recursos Hídricos por Regiões Hidrográficas - Região Hidrográfica do Rio Amazonas**. 2009. Disponível em <[http://www.ana.gov.br/mapainicial/doc\\_Mapa/AMAZONAS.doc](http://www.ana.gov.br/mapainicial/doc_Mapa/AMAZONAS.doc)> acesso em 27 out. 2016.

CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.T.; MARTINS, S.V. e SOARES, C.P.B. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.249-256, 2006.

CHRISTOFIDIS, D. (2006a). Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, Suzi Huff. **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond. p. 13-28.

\_\_\_\_ (2006b). *Água e Agricultura*. In: Câmaras dos Deputados. **Os múltiplos desafios da água**. Brasília: Plenarium, Ano III, n. 3.setembro. p.44-69.

FERREIRA, S.J.F.; LUIZÃO, F.J.; DALLAROSA. R.L.G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. *Acta Amazonia*. Manaus. v. 35, n. 1, 2005.

HESS, S. C. (2002). **Educação ambiental: nós no mundo**. 2. ed. Campo Grande: UFMS.

SALATI, E. (2006). *O clima atual depende da floresta. As águas da região amazônicas*. In: \_\_\_\_ *et al.* [org.] **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense/Brasília/CNPq, p. 15-44.

SACHS, I. (2008). **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Coleção Idéias Sustentáveis. 3. ed. Rio de Janeiro, Garamond.