

INTERCEPTAÇÃO FLORESTAL EM FRAGMENTO FLORESTAL URBANO DE MANAUS.

Marcelo Veras Pacheco
Universidade do Estado do Amazonas
mamagopacheco@yahoo.com.br

Marcela Vieira Pereira Mafra
Universidade do Estado do Amazonas
geomarcela@yahoo.com.br

EIXO TEMÁTICO: CLIMATOLOGIA: CIÊNCIA E POLÍTICA

Resumo

Há muito tempo foi comprovado que a atividade de interceptação florestal é importante por ser uma das principais atividades do ramo meteorológico, ajudando a caracterizar o clima regional, além de ajudar na previsão de eventos atmosféricos e prevenção de eventuais problemas, como enchentes. A relevância do assunto aumenta quando nos voltamos para a região amazônica, cuja influência da floresta – bem como dos corredores ecológicos urbanos - no clima local é indiscutível. Entretanto no presente trabalho, nossa finalidade será identificar se a precipitação acima das copas (Precipitação efetiva – Pe, incluindo o Escoamento pelo tronco - Et) é distinta da precipitação coletada abaixo delas (Precipitação Interna - Pi). Nosso local de estudo foi a borda do fragmento florestal do igarapé da vovó, no Distrito Industrial. Para o trabalho foram confeccionados dez pluviômetros artesanais, sendo oito deles dispostos sistematicamente na margem direita do fragmento florestal, enquanto os outros dois foram colocados numa topografia superior, um deles totalmente exposto e à mercê das perturbações atmosféricas. Os resultados verificados indicaram médias superiores as da literatura consultada, porém ainda dentro do estabelecido por vários especialistas.

Palavras-Chaves:

Interceptação – Fragmento Florestal – Manaus.

Abstract

There has long been established that the activity of forest interception is important as one of the main activities of the meteorological field, helping to characterize the regional climate, and help in forecasting weather events and prevention of potential problems such as flooding. The relevance of the issue increases when we turn to the Amazon region, whose influence in the forest - as well as urban corridors - the local climate is undisputed. However in the present study, our purpose is to identify the precipitation above the canopy (effective rainfall - Pe, including the flow through the trunk - Et) is distinct from precipitation collected beneath them (Internal Precipitation - Pi). Our study site was the edge of the forest fragment of the stream's grandmother, in the Industrial District. Were made to work ten craft gauges, eight of them systematically arranged on the right bank of the forest fragment, while the other two were placed in upper half, one of them fully exposed and at the mercy of atmospheric disturbances. The outcomes indicated above the average of the literature, but still within the established by several experts.

Key Words: Interception - I break up Forest - Manaus.

Introdução

Basicamente, chamamos de interceptação florestal a capacidade que a vegetação possui de reter a chuva nas copas das árvores que, posteriormente, goteja no solo e escoar pelo tronco ou evaporando

diretamente para a atmosfera. Assim, nosso maior questionamento a ser respondido é: qual deve ser sua principal função em uma das regiões de maior índice pluviométrico do planeta? O trabalho com interceptação florestal em nossa região nos últimos anos tem ganhado contornos qualitativos, dada a grande quantidade de pesquisas desenvolvidas em diferentes localidades da região amazônica, o pode ser sinônimo de vários benefícios (daí, talvez, a dúvida em esclarecer sua principal importância). Entre outras finalidades, a interceptação pluvial ajuda a definir a quantidade de chuva captada; pode ilustrar também variações de acordo com a espécie arbórea estudada e o local onde se encontra; além da quantidade de água captada, pode levar em conta ainda as suas variações quantitativas e químicas periodicamente.

O seu assíduo monitoramento ainda é importante para acompanhar diversas situações, como o grau de cobertura vegetal e sua eficiência na atividade de retenção da água, efeitos da sazonalidade climática sobre esta e também o surgimento de eventuais problemas, como a erosão do solo, formação de ravinas ou voçorocas. A vegetação em si amortece a precipitação e seu impacto direto sobre o solo, promover o processo de infiltração, que alimentará os aquíferos e evitar o excesso de escoamento superficial. Para melhor justificarmos a autoridade do assunto e, compreender cada uma dessas finalidades, vamos trabalhá-las em tópicos particulares.

Definição da quantidade de chuva captada.

Esse é o passo inicial ao trabalhar com a interceptação florestal, pois com o material coletado todos os demais dados que se desejar extrair serão alcançados. O volume de água captado e medido, por si só, é o suficiente para detectar a quantidade de chuva precipitada no perímetro estudado, e classificá-la sob várias circunstâncias munindo-se de algumas fórmulas específicas para a atividade. Um exemplo é a fórmula $P_e = P_i + E_t$, onde P_e representa a precipitação efetiva; e seu resultado é a soma da precipitação interna (P_i) com o escoamento pelo tronco (E_t).

Variações sazonais e espécies arbóreas.

A sazonalidade é uma característica determinante na atividade de interceptação, pois diz respeito à periodicidade das chuvas e suas variações, muito mais frequentes entre novembro e abril, sendo março o mês mais chuvoso, e setembro o mês mais seco no período da estiagem uma vez que a quantidade de chuvas varia quantitativamente de uma época a outra. Quanto à espécie arbórea, segundo Pinto (*apud* Bruijnzeel, 1990) em florestas tropicais de 75 a 96% da precipitação (P) transforma-se em precipitação interna (P_i), entre 1 e 2% é convertida em escoamento pelo tronco (E_t) e entre 4,5 e 24% são interceptadas pelas copas das árvores. Todo esse percentual é pertinente quando lembramos que habitamos uma região cuja principal característica da floresta é a largura de suas folhas (floresta latifoliada), resultando em uma eficiente interceptação. No local de estudo, uma característica é o emaranhado de cipós que cobrem as árvores desde a copa até o solo, influenciando nos resultados quantitativos do escoamento pelo tronco (embora este não represente um volume tão significativo).

Variações quantitativas e químicas.

Uma forma interessante de trabalhar a interceptação florestal trata da química presente na água, que pode, não raramente, carregar substâncias alheias à sua composição natural. Isso pode fazer parte de uma cadeia cíclica que envolve componentes químicos cuja via de transporte é o interior das árvores e a própria atmosfera, como sugerem os pesquisadores Aldrin Marin e Rômulo Menezes, em um trabalho pioneiro no semi-árido nordestino:

O retorno de nutrientes por meio da água de chuva constitui um processo importante da ciclagem biogeoquímica de nutrientes, especialmente em regiões onde predominam sistemas agrícolas de baixo uso de insumos externos, como na região semi-árida do Nordeste brasileiro. Nessas regiões, as características ambientais e socioeconômicas, como solos deficientes em nutrientes litogênicos, precipitação pluvial irregular, sistemas de transporte pouco desenvolvidos e baixos níveis de desenvolvimento humano, não permitem o uso generalizado de insumos adquiridos no mercado. (MARIN, apud SAMPAIO et al., 1995 – pág. 2574).

Prevenção de eventuais desastres naturais.

Essa questão tem sido muito considerada, dada as frequentes ocorrências de chuvas intensas, deslizamentos de terras e enxurradas durante o verão (que é o período mais chuvoso, ao contrário do imaginário popular) em todo território nacional. Diversos estudos têm sido realizados para amenizar, ou mesmo prevenir, tais catástrofes. Em um trabalho de Pinheiro *et al* (2009), apresentado em São Paulo, no V Seminário Internacional de Defesa Civil, em 2009, foi desenvolvido um trabalho com pluviômetros artesanais com garrafas PET, a fim de comparar seu grau de relevância em relação ao pluviômetro padrão tipo *Campbell*. O pano de fundo da experiência foi a cidade carioca de Petrópolis.

O fragmento florestal.

Delineada toda a relevância do trabalho de interceptação florestal, nosso objetivo trata de algo bem mais simples: o de verificar se a precipitação acima das copas (efetiva – P_e) é distinta da interna (abaixo da copa das árvores). O local de nossos estudos é o fragmento florestal urbano, no Distrito Industrial, popularmente conhecido como igarapé da vovó. Trata-se, na verdade, de uma Área de Preservação Permanente (APP) rodeada por instituições públicas (IBAMA, na borda norte) e particulares (SESI, na borda sul; FUCAPI e Hospital Adventista a sudoeste).

O mesmo passou, recentemente, por um processo de reflorestamento que se mantém progressivamente, combinando uma mistura de floresta secundária com remanescentes de vegetação primária, respondendo bem ao processo de sucessão ecológica. É comum visualizar famílias de macacos prego (*Cebus Apella*), bichos preguiça (*Bradypus infuscatus*) e bandos de pássaros no interior do local. Esta reconstituição da flora do lugar é muito relevante para o lugar devido, como já mencionado, à manutenção do micro-clima local. Ferreira *et. al* (2005) esclarece:

Figura 01 - Vista aérea do fragmento florestal do igarapé da vovó.



Cálculos de balanço hídrico para a bacia amazônica realizados por Villa Nova *et al* (1976) mostraram que a bacia funciona como um sistema que recebe, através da precipitação, $14,4 \times 10^{12}$ m³ de água por ano e produz uma descarga superficial de $5,5 \times 10^{12}$ m³. A transpiração pelas plantas é responsável por 61,8% do balanço hídrico, indicando que um desmatamento intensivo deverá trazer profundas alterações no ciclo hidrológico regional. (FERREIRA, 2005, pág. 56)

O autor ainda declara que “a interceptação da precipitação pluviométrica pela cobertura vegetal é um dos principais componentes do ciclo hidrológico, variando de acordo com o aspecto morfológico da floresta e o regime de precipitação dominante na região”, e que “a precipitação que atingirá o solo depende da natureza e densidade da cobertura vegetal”.

Embora discorde quanto ao aspecto da reciclagem das chuvas, Balbinot *et.al* (*Apud* Oliveira Jr e Dias, 2005) ajuda a reforçar a idéia de Ferreira quando destaca o papel da interceptação florestal, frisando outros importantes dados:

A cobertura florestal, através da interceptação, influencia a redistribuição da água da chuva, em que as copas das árvores formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração. 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).

É importante lembrar que, mesmo se tratando de uma área reflorestada, isso aparentemente pouco influenciaria os resultados, uma vez que o grau de densidade da vegetação sob a qual estão instalados os

pluviômetros é alto (mesmo com a presença de pequenas clareiras naturais), interceptando eficazmente até mesmo os raios solares, em muito se assemelhando à vegetação original do ponto de vista fisionômico. No trabalho de Arcova *et al* (2003), publicado pela revista *Árvore*, de Viçosa, uma experiência também com interceptação pluvial e distribuição de pluviômetros em uma floresta secundária de Mata Atlântica, no interior de São Paulo, apresentou resultados ainda dentro do percentual comentado por Pinto (*apud* Bruijnzeel, 1990), mostrando-se bem sucedida:

Obteve-se grande amplitude de variação da precipitação no aberto, com extremos de 2,8 a 197,7 mm em 54 coletas. O total precipitado no período foi de 2.220 mm, sendo representativo da precipitação anual do local. Esse valor é intermediário aos índices pluviométricos mínimo e máximo medidos no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, isto é, 1815 e 3088 mm, e é praticamente idêntico à precipitação média anual, que é de 2.240 mm (...). (ARCOVA,2003).

Experiências semelhantes com a extração seletiva de madeira e a abertura de clareiras em florestas de terra firme, nas proximidades de Manaus, ajudaram a comprovar o aumento da precipitação interna (P_i) e, conseqüentemente, a redução interceptação da chuva.

Materiais e Métodos.

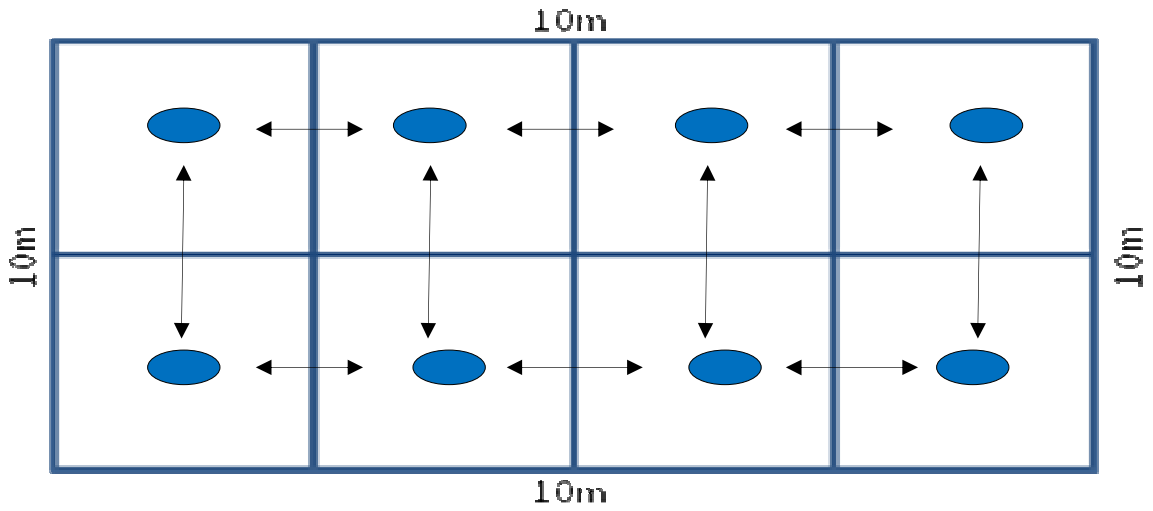
Para o presente trabalho, procedeu-se a confecção de dez pluviômetros artesanais, utilizado dez canos de 100 mm, cada um com 35 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro, com capacidade para reservar pouco mais de 3000 ml de água; dez garrafas PET de 2 Lt, não afuniladas; dez reduções de esgoto de 150-100 mm de diâmetro de boca, aumentando as chances de interceptar mais água; tubo de cola para vedar o PVC; Estacas de madeira para suporte e proveta de 100 ml.

O modelo artesanal foi inspirado no modelo padrão *Ville de Paris*, baseado no modelo construído por Garcês e Mota (s/d) que, atendendo a recomendação de Reichardt (1986) que sustenta que pluviômetros devem ter diâmetros da seção de captação D variando de 15 a 50 cm, verificaram as diferenças entre a coleta da chuva efetuada pelo aparelho padrão e o modelo confeccionado com garrafa PET e, concluíram, após 18 meses de estudo, que o mesmo apresentou bom desempenho quando comparado ao pluviômetro padrão. E foi comprovada a eficiência do pluviômetro PET junto aos trabalhos desenvolvidos por Pinheiro *et al.* (2009):

“Considerando-se que erros sistemáticos em medidas convencionais de precipitação são comuns devido à influência dos ventos e perdas evaporativas, os pluviômetros Pet fornecem uma excelente estimativa da precipitação real que estaria sendo medida com um instrumento padrão. A fim de ajustar as medidas lidas com os pluviômetros Pet, foram construídas equações de regressão entre tais dados estimados com os dados do pluviômetro padrão Campbell (...).” Pinheiro, 2009, pág. 7.

Para quantificar a precipitação interna, primeiramente, foi demarcada uma parcela de 10x10m, subdivida em oito quadriculas de 2,5 m, contendo um pluviômetro no centro de cada quadrícula da parcela e mantidos fixos ao longo do período do experimento, como mostra a próxima figura.

Figura 02 - Esquema de organização dos pluviômetros na borda do fragmento florestal.



Fonte: Autor.

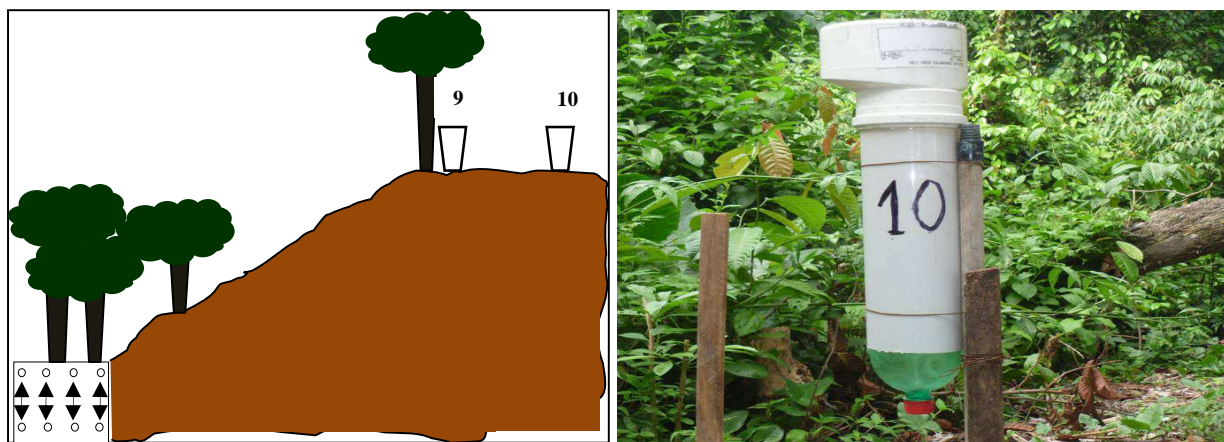
Figura 03 – Imagem do interior do fragmento florestal.



Fonte: Autor.

Os oito pluviômetros foram posicionados de forma sistemática, procurando uma boa assimetria entre estes. Instalaram-se oito deles na área de estudo, na margem direita do igarapé da vovó, a uma distância de 2,5 metros entre eles. Os outros dois (09 e 10) foram colocados numa área superior aos demais, sendo um deles ainda sob a influência da interceptação florestal, a fim de analisarmos uma possível interferência da topografia na interceptação. O décimo foi posicionado em área aberta, cujos dados deste foram comparados com os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em Manaus pela internet.

Figura 04 – Posicionamento dos pluviômetros em relação à Topografia.



Fonte: Autor.

Os trabalhos de coleta se iniciaram em novembro e, dada a forte ocorrência de chuva já nessa época, as coletas foram realizadas a cada três dias a fim de se evitar, ao máximo, evaporação atmosférica nos dias mais quentes. As visitas duravam de 45 minutos a duas horas para a higienização e manutenção dos aparelhos. Depois das coletas, seguia-se a metodologia sugerida por Netto e Avelar (2009), onde se estabelecem as relações volumétricas entre as unidades ml e mm. Logo: 1 ml equivale a 1000mm³; Sabendo que a equação que define o volume é dada por $V= r.r^2.h$, onde: r é igual a 3,14; r é o raio do cilindro e h é a altura do cilindro.

Resultados e Discussões

Feitas todas as coletas dentro do período designado e, transformados os valores em ml para mm, chegamos aos seguintes resultados:

Tabela 01 – Interceptação Pluvial

Mês/Variável	Precipitação Total	Precipitação Interna	Interceptação
Nov	373.7 mm	212.2 mm	161.5 mm
Dez	246.5 mm	117.0 mm	129.5 mm
Jan	181.5 mm	104.3 mm	77.2 mm

Fonte: Pesquisa de Campo 2011/12

Gráfico 01 – Valores das Precipitações Total, Interna e Interceptação

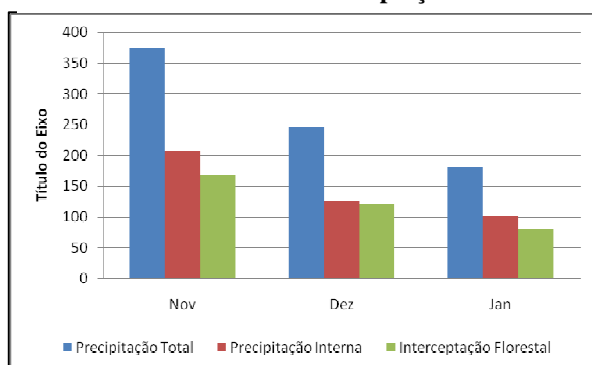
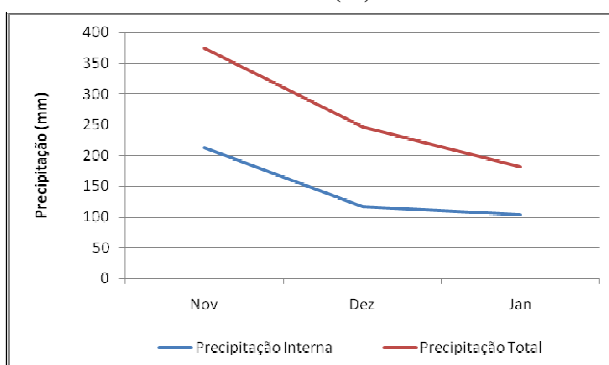


Gráfico 02 – Variações das precipitações total (Pt) e interna (Pi).



Fonte: Pesquisa de Campo 2011/ 2012.

Os percentuais para os três meses foram os seguintes: houve uma interceptação de 43,22% da precipitação interna em novembro, aumentando esse valor para 52,54% em dezembro e 42,53% em janeiro. Os resultados adquiridos apresentaram médias muito superiores às mencionadas pela literatura consultada. Isso estaria ligado ao fato de que todos os autores consultados como referências em nosso trabalho atuavam no interior dos fragmentos florestais, enquanto nossas atividades se realizavam na borda sudoeste do fragmento, mais sujeita às ações intensivas do tempo. A densidade de vegetação pioneira e secundária, a grande quantidade de cipós e trepadeiras seriam outros fatores por detrás dos resultados. A elevada interceptação contribui para mitigar o *splash* no solo, favorecendo a estabilização do movimento de massa identificado na área há cerca de 4 anos, quando a cobertura vegetal era mais incipiente e propícia a impactos significativos decorrentes das chuvas copiosas na área analisada.

Figura 05: Trecho do fragmento florestal em 2007 (à esquerda) e o mesmo recentemente .



Fonte: Autor.

Considerações Finais

Em relação aos resultados verificamos que, de fato, a precipitação interna (P_i) é diferente da precipitação total (P_t), estando ambos dentro do percentual declarado por Pinto (*apud* Bruijnzeel, 1990) quanto à interceptação em florestas tropicais, e reforçado por Ferreira (2005).

Em entrevista ao site *ecodebate.com*, a então gestora da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS), Luciana Valente, declarou que Manaus, atualmente, está muito bem posicionada como a capital brasileira com o maior número de corredores ecológicos urbanos do país. Essa é uma boa notícia, visto que a presença de fragmentos florestais em área urbana é de suma importância para a manutenção e distribuição da umidade e do micro clima. Por outro lado, embora o número de pesquisas na área de climatologia tenha aumentado substancialmente no Norte como um todo, ainda é uma das regiões do planeta com menor controle hidrometeorológico, de acordo com trabalho divulgado por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em trabalho apresentado no I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro- Oeste. O estudo da interceptação florestal no igarapé da vovó ainda prossegue, comprovando a importância que esse local – bem como as outras áreas verdes dentro do perímetro urbano de Manaus – possui para diversos tipos de estudos, além da relevância para o próprio clima.

Referências Bibliográficas

ARCOVA, F. C. S. ; CICCIO, V. ; ROCHA, P. A. B. . **Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - São Paulo**. Revista *Árvore*, Viçosa - MG, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003;

ARRUDA, L. **Estudo experimental da infiltração através do balanço hídrico em um infiltrômetro com aspersores. Dissertação de Mestrado.** Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 155p. 1984;

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** 4ª edição. Rio de Janeiro - RJ. Bertrand Brasil, 1996. p 332;

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico.** Caderno Ciências da Terra, V.13. São Paulo: Mimeo, 1972, p.1-27;

CARVALHO, F.; ASSUNÇÃO, H. F. da; SCOPEL, I. **Desenvolvimento de pluviômetros especiais (interceptômetros) para estudos da interceptação das chuvas pela vegetação.** Goiás: Anais do XI Simpósio Regional de Geografia, 2009;

DELAMONICA, P., LAURANCE, W. & LAURANCE, S.A. **Fragmentação da paisagem In. As Florestas do Rio Negro.** Eds. Adalardo, A. & Daly, T. Companhia das Letras, UNIPRESS& The New York Botanical Garden Press, 2001.00 337p;

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.** Manaus: Acta Amazônia, 2005. VOL. 35(1) 2005: 55 – 62;

MARIN, Aldrin Martin Perez; MENEZES, Rômulo Simões Cezar. **Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total, interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*.** p. 2573-2579, 2008;

NETTO, A.L.C. & AVELAR, A. de S. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia.** IN: Cunha, S. B. da & Guerra, A. J. 2001;

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. de; DIAS, H. C. T.; **Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica.** Revista Árvore, Viçosa, v. 29, n. 1, Janeiro/Fevereiro 2005. In: BALBINOT, R.; KAMINSKI, N. de O. ; VANZETTO, S.C.; PEDROSO, K. ; VALÉRIO, A.F. . **O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas.** *Ambiência* (UNICENTRO), v. 4, p. 131-149, 2008;

PINHEIRO, Leonardo Couri; DEREZYNSKI, C. P.; da Hora, Antonio Ferreira. **Utilização do pluviômetro PET como sistema de alerta de chuvas intensas.** In: V Defencil, 2009, São Paulo. V Seminário Internacional de Defesa Civil - Defencil, 2009. v. 1. p. 1-10;

PINTO, L. V. A.; SANTOS, D. A. **Interceptação da precipitação por diferentes fragmentos florestais nativos e exóticos.** In: I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010, Bauru. I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010;