



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**GABRIEL DO NASCIMENTO DA SILVA**

**ESTUDO DAS INTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA  
SAVANA AMAPAENSE**

**MACAPÁ  
2023**

**GABRIEL DO NASCIMENTO DA SILVA**

**ESTUDO DAS INTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA  
SAVANA AMAPAENSE**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Bacharelado em Ciências Ambientais da  
Universidade Federal do Amapá- UNIFAP.

Área de Concentração: Hidrologia Florestal

Orientadora: Profa. Dra. Julieta Bramorski

**MACAPÁ  
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP  
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

---

S586e Silva, Gabriel do Nascimento da.  
ESTUDO DAS INTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA SAVANA  
AMAPAENSE / Gabriel do Nascimento da Silva. - Macapá, 2023.  
1 recurso eletrônico. 41 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá.  
Coordenação do Curso de Ciências Ambientais. Macapá, 2023.  
Orientadora: Dra. Julieta Bramorski .  
Coorientador: .

Modo de acesso: World Wide Web.  
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Hidrologia florestal . 2. Escoamento pelo tronco. 3. Morfologia vegetal. I. Bramorski, Julieta,  
orientadora. II. Universidade Federal do Amapá . III. Título.

CDD 23. ed. – 615.321

---

SILVA, Gabriel do Nascimento da. ESTUDO DAS INTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA SAVANA  
AMAPAENSE. Orientadora: Dra. Julieta Bramorski. 2023. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Ciências  
Ambientais. Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2023.

# ESTUDO DAS INTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA SAVANA AMAPAENSE

Autor: Gabriel do Nascimento da Silva

Orientador: Prof. Dra. Julieta Bramorski

Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais

## Resumo

O escoamento pelo tronco consiste na via mais importante de entrada de água no sistema florestal, uma vez que os indivíduos arbóreos da savana amapaense são bastante dispersos sobre uma contínua vegetação gramínoide e arbustiva. O objetivo do estudo foi analisar o comportamento hidrológico de espécies florestais de uma área de savana urbana amapaense. Foram monitorados e caracterizados 18 indivíduos arbóreos localizados em um fragmento no interior da Universidade Federal do Amapá, campus Marco Zero no período hidrológico 2020/2021. A cada evento de precipitação foram coletados e medidos os volumes de água da chuva escoados pelo tronco de cada indivíduo. O percentual médio de escoamento pelo tronco foi de 0,802 % em relação à precipitação total. Dos 18 indivíduos, 33% possuem casca áspera, 45% fissurada e 22% escamosa. Em relação aos troncos, 33,4% possuem tronco reto, 77,8% tortuoso e muito tortuoso. A circunferência à altura do peito (CAP), altura e área de projeção da copa variaram entre 20,5 e 56,7 cm; 5,78 e 12,21 m; 6,75 e 24,49 m<sup>2</sup>, respectivamente. A tortuosidade dos indivíduos possui boa correlação entre escoamento pelo tronco (Et) X precipitação total (P), evidenciando a influência desta variável. Indivíduos com CAP menor, troncos eretos e casca áspera e casca fissurada apresentaram maior condução de volumes.

**Palavras Chave:** Hidrologia florestal, Escoamento pelo tronco, Morfologia vegetal

## Lista de figuras

Figura 1 – Etapas do ciclo hidrológico.....	10
Figura 2 – escoamento pelo tronco e suas interações.....	14
Figura 3 – Mapa de localização.....	15
Figura 4 – Características morfológicas da casca e tronco.....	16
Figura 5 – Indivíduos A1 e A2.....	17
Figura 6 – Indivíduo A3.....	17
Figura 7 – Indivíduos A4 e A5.....	18
Figura 8 – Indivíduo A6.....	18
Figura 9 – Indivíduo A7.....	19
Figura 10 – Indivíduo A8.....	19
Figura 11 – Indivíduo A9.....	20
Figura 12 – Indivíduo A10.....	20
Figura 13 – Indivíduo A11.....	21
Figura 14 – Indivíduo A12.....	21
Figura 15 – Indivíduos A13 e A14.....	22
Figura 16 – Indivíduo A15.....	22
Figura 17 – Indivíduo A16.....	23
Figura 18 – Indivíduo A17.....	23
Figura 19 – Indivíduo A18.....	24
Figura 20 – Interceptômetro / Pluviômetro manual.....	25
Figura 21 – Sistema de coletor de escoamento pelo tronco (Et).....	25
Figura 22 – Volumes totais e percentuais da precipitação (P) e o escoamento pelo tronco (Et).....	27
Figura 23 – Relação entre a precipitação (P) e o escoamento pelo tronco (Et) dos indivíduos.....	30
Figura 24 – Dendrograma de similaridade para características dendométricas dos 18 indivíduos estudadas.....	31

## **Lista de tabelas**

Tabela 1– Características dendométricas e morfológicas e volumes escoados totais .....	28
Tabela 2– Resultado ANOVA (P = 0,05) para os volumes coletados pelos indivíduos .....	29
Tabela 3 – Resultado da ANOVA (P = 0,05) das variáveis responsáveis pela formação do cluster.....	32
Tabela 4 – Correlação de Pearson entre as variáveis dendométricas e escoamento pelo tronco.....	33

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
2. <b>OBJETIVOS</b> .....	8
2.1 GERAL .....	8
2.2 ESPECIFICO .....	8
3. <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	9
3.1 CICLO HIDROLÓGICO .....	9
3.2 INTERAÇÃO ÁGUA – FLORESTA .....	10
3.3 SAVANAS AMAZÔNICAS .....	11
3.4 SAVANA AMAPAENSE .....	12
3.5 ESCOAMENTO PELO TRONCO .....	13
4. <b>METODOLOGIA</b> .....	15
4.1 LOCAL DE ESTUDO .....	15
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	15
4.3 COLETA DE DADOS .....	24
4.4 ANÁLISE DE DADOS .....	26
5. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
5.1 ENTRADA DE ÁGUA VIA ESCOAMENTO PELO TRONCO .....	26
5.2 FATORES INTERATIVOS NO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DAS ESPÉCIES MONITORADAS .....	28
6. <b>CONCLUSÃO</b> .....	33
7. <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Declaração Universal da Água, regida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992, a água é o elemento primordial para a existência e manutenção da vida na terra, abastecendo rios, lagos e aquíferos, atendendo as demandas sócio-hidrológicas como fornecimento de energia, necessidades básicas e fisiológicas, produção de alimentos e produção industrial.

A água se encontra disponível nos estados líquidos, sólido e gasoso, no entanto, a fase mais importante do ciclo hidrológico para o homem é a fase líquida, em que ela está disponível para pronta utilização (TUNDISI, 2003). Os principais componentes do ciclo são: evaporação, condensação, precipitação, interceptação, infiltração e escoamento (MIRANDA et al., 2010; KOBAYAMA, 1999).

A cobertura florestal possui importante papel no amortecimento, redistribuição e retenção da água da chuva na superfície terrestre (BALBINOT et al., 2008). Ela, entre outros ecossistemas vegetais, influencia significativamente no ciclo hidrológico, proporcionando melhor infiltração da água da chuva no solo (OLIVEIRA e DIAS, 2005).

O Cerrado desempenha importante papel na distribuição hídrica pelo país, tendo seu comportamento hidrológico altamente relacionado com o clima (LIMA e SILVA, 2007).

A estação chuvosa permite o reabastecimento das águas subterrâneas possibilitando a vida na região. A compreensão da recarga natural de águas subterrâneas no cerrado é a chave para a gestão integrada dos recursos hídricos (SANTOS e KOIDE, 2016).

O desmatamento do Cerrado no Brasil vem causando impactos nos processos hidrológicos (OLIVEIRA et al., 2015). Vastas áreas de floresta e cerrado foram convertidas em terras agrícolas (LAPOLA et al., 2014). A redução da cobertura vegetal nativa e o aumento da intensidade do uso do solo das bacias hidrográficas têm resultado na deterioração dos recursos naturais (FREITAS, et al., 2017).

Assim sendo, o conhecimento do comportamento das espécies e da relação com os fatores que controlam as interações no sistema solo-planta pode auxiliar na

escolha de espécies para plantios de restauração, além de gerar dados importantes para a modelagem ambiental de sistemas climáticos e hidrológicos.

Neste sentido, este trabalho se propõe a quantificar o volume de água da chuva que é conduzido diretamente ao solo florestal pelos troncos de espécies arbóreas da savana amapaense, relacionando estes valores ao total de precipitação e às características típicas de cada espécie monitorada.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Estudar o comportamento hidrológico de espécies arbóreas de um fragmento urbano de savanas amapaense.

### **2.2 Especifico**

Quantificar a entrada de água no sistema através do escoamento pelo tronco.

Identificar os fatores intervenientes no comportamento hidrológico das espécies monitoradas.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

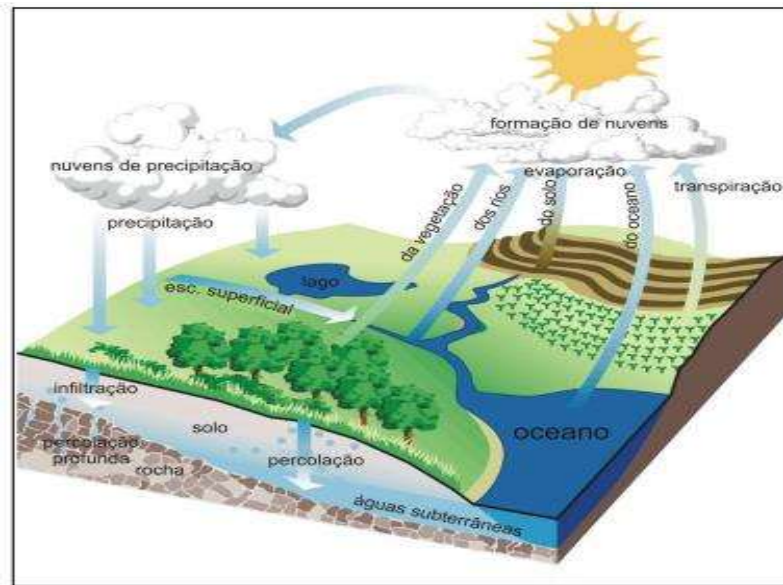
#### **3.1 Ciclo hidrológico**

O ciclo hidrológico (figura 1) é um fenômeno circular natural da água no qual não se pode precisar seu início e seu fim. Este sistema se apresenta em 3 estados: gasoso - vapor d'água presente na atmosfera (nuvens); líquida - chuva e reservatório (lagos, rios e oceanos); e sólida (gelo e neve). Movimentam-se por uma sucessão de processos hidrológicos como: evaporação e evapotranspiração, precipitação, interceptação, percolação, infiltração e escoamento superficial (BALBINOT et al., 2008; LIMA, 2021).

A precipitação desempenha um importante papel no ciclo hidrológico, tanto para meteorologia quanto para os ecossistemas. O vapor d'água ao ascender na atmosfera condensa devido à diminuição da temperatura abaixo do ponto de saturação, formando assim, nuvens, e retorna a superfície mediante precipitação, sob a forma de chuva, neve, granizo ou orvalho (FRIZEN, 2011).

Esta chuva é interceptada pela cobertura vegetal, parte da chuva fica retida na superfície e evapora de volta a atmosfera junto a evapotranspiração. Um novo processo se inicia com o trajeto descendente da água da chuva pela atmosfera até atingir a cobertura vegetal, atravessando pelas copas das árvores, escorrendo por galhos, folhas e tronco até atingir o solo florestal. Estes representam a precipitação efetiva (PE), podendo ficar armazenada no solo, evaporando de volta a atmosfera, infiltrando ou escoando superficialmente (BACELLAR, 2005).

Figura 1 – Etapas do ciclo hidrológico



Fonte: EPA (2008)

Por fim, a água que chega ao solo começa a infiltrar, contribuindo para o abastecimento de lençóis freáticos e manutenção de bacias hidrográficas. Quando o solo atinge o nível máximo de saturação por infiltração, a água fica retida na superfície e começa a escoar superficialmente pelo solo (CABANÊZ et al., 2011).

### 3.2 Interação água – floresta

A floresta desempenha importante papel na distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, escoamento pelo tronco (melhorando a infiltração), escoamento superficial. É através do equilíbrio obtido neste sistema que é possível manter o fluxo constante de água afluente que chega aos rios e lagos, com a qualidade necessária à manutenção da biota aquática e aos múltiplos usos. (BALBINOT et al., 2008).

A chuva, dentro do ciclo hidrológico, representa o elo entre os fenômenos meteorológicos e os demais componentes do ciclo hidrológico (TUCCI, 1997).

Do total de chuva precipitada em uma floresta boa parte atinge o solo indiretamente, Arcova et al., (2003) em função da interceptação. A precipitação é

interceptada principalmente pela cobertura florestal, diminuindo o impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo influenciando na redistribuição da água da chuva (BALBINOT et al., 2008).

O ciclo hidrológico da região amazônica ainda é pouco compreendido (COHEN et al., 2007), mas sofre alterações em função das mudanças no uso da terra nessa região. Essas alterações podem provocar consequências climáticas e ambientais em escalas local, regional e global (NOBRE et al., 2004).

As bacias hidrográficas são vulneráveis a alterações da vegetação, pois interferem nas propriedades do solo, refletindo nos aspectos quali-quantitativos da água dos rios e no balanço do ciclo hidrológico (BALBINOT et al., 2008). Segundo Freitas et al., (2017) a redução da cobertura vegetal nativa e o aumento do uso do solo das bacias hidrográficas resulta na deterioração dos recursos naturais.

Destes recursos, segundo Capellari e Capellari, (2018) os recursos hídricos são de fundamental importância social e econômica, sendo, necessário sua proteção, visando a demanda pelo recurso a atender as necessidades básicas, agrícolas e comerciais.

### **3.3 Savanas amazônicas**

O termo Savana e Cerrado correspondem ao um tipo de vegetação com ocorrência em toda zona neotropical, prioritariamente na região central do Brasil, sofrendo influência apenas da regionalização em relação aos termos (AMARAL et al., 2019).

É caracterizada pela vegetação aberta, com presença predominante do estrato herbáceo (ervas e capins), com a presença ou ausência de árvores e arbustos em diferentes densidades (SARMIENTO, 1984; EITEN, 1986; HUBER, 1987).

De acordo com a descrição do IBGE, (2012), citado por Amaral et al., (2019), a savana possui vegetação xeromorfa, caracterizada por estrato herbáceo contínuo, ocorrências de arbustos e pequenas árvores tortuosas, de casca grossas de folhas grandes (raramente decíduas e fortemente adaptadas ao fogo), bem como por formas biológicas adaptadas aos solos deficientes, profundos e aluminizados.

Essa vegetação, são manchas distribuídas em meio a floresta amazônica, chamados de savanas amazônicas, encontrado nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima ocupando uma extensão de 112.961 km<sup>2</sup> (PRANCE, 1996). Tendo seu clima influenciado pela floresta amazônica.

As savanas amazônicas são de extrema importância para a conservação, sendo habitat de diversas espécies de flora e fauna endêmicas (CARVALHO e MUSTIN, 2017). Tem um grande papel significativo para produção de água e manutenção de vazões e reservatórios (NOBREGA, 2018).

### **3.4 Savana amapaense**

A savana amapaense é a segunda maior em área contínua (COSTA NETO, 2017), estende-se exclusivamente ao lado leste do estado, desde o município de Macapá até o município de Oiapoque (AMARAL et al., 2019). Com aproximadamente 903,200 hectares, representando 9,5% da superfície do estado (MELÉM JUNIOR et. al, 2003).

A savana do Amapá é composta por áreas em que predominam vegetação herbácea, arbustivas e arbóreas (MOCHIUTTI e MEIRELLES 1994; OLIVEIRA 2009). É caracterizado por quatro tipos de vegetação: savana florestada; savana arborizada; savana parque e savana gramíneo-lenhosa (AMARAL et. al, 2019).

De acordo com Costa Neto (2017), as savanas do Amapá, assim como as savanas amazônicas possuem fisionomias similares ao da região do planalto central brasileiro. Este ecossistema é responsável por abrigar espécies endêmicas e uma variedade de exemplares de fauna e flora (CARVALHO e MUSTIN et al., 2017).

Rodovias como a BR-165, AP-070 e AP 340 que cortam as manchas de savanas, servem como ponto de partida para a maioria das atividades de ocupação local como: projetos de silvicultura, propriedades particulares com criação pecuária bubalina extensiva, pequenos núcleos urbanos incluindo sedes municipais, pequenos comércios, propriedades para lazer, entretenimento e outras formas de utilização produtiva (MORAES et al. 2022). Sendo atividades responsáveis pela degradação dos ecossistemas afetando a biodiversidade dos ambientes (JOLY et al., 2019).

A preservação desse ecossistema se faz necessária em razão da inexistência de estudos das interações hidrológicas nas savanas amazônicas. Assim como a savana do planalto central tem importante papel para distribuição hídrica no país (LIMA e SILVA, 2007), se faz necessário considerar a importância das savanas amazônicas.

### **3.5 Escoamento pelo tronco**

O suprimento de água é influenciado por fatores bióticos dos indivíduos arbóreas como: a morfologia das árvores, como formato da folha, estrutura e ângulo de inclinação do galho, cobertura por epífita, textura da casca e sua capacidade de retenção de água (LEVIA; GERMER, 2015; ZHANG et al., 2015).

O escoamento pelo tronco ocorre após retenção da água da chuva pelas copas, em seguida fica saturada (OLIVEIRA JUNIOR; DIAS, 2005; TONELLO, et al., 2014), escoando pelas folhas, galhos e tronco, levando o fluxo de água, localizada, até a base do mesmo, com capacidade de armazenar água e de alterar a composição química do solo (LEVIA e GERMER, 2015).

As propriedades físico-químicas do solo são influenciadas pela grande quantidade solutos presentes no percurso da água pelo tronco até a base, representando um importante insumo mineral (CHANG; MATZNER, 2000; FALKENGRER-GRERUP, 1986). Além disso, o enriquecimento da água pelo escoamento, interfere na composição de fauna e flora presentes no tronco de arvores (PARADISE; DUNSO, 1997; SCHMULL et al., 2002).

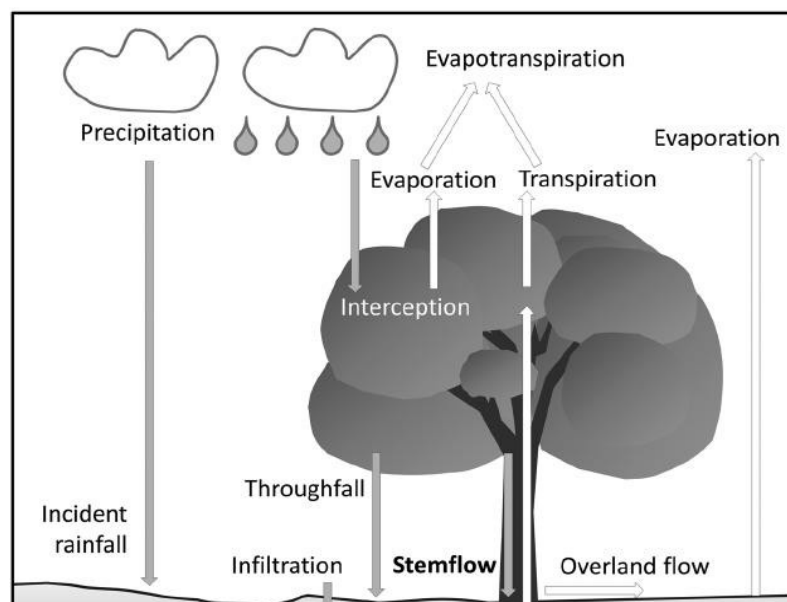
Uma gota de água da chuva, percorre um grande caminho ao escoar pelo tronco até atingir o solo, sofrendo uma longa interação desde precipitação interceptada pela superfície da copa ao escoamento pelo tronco, principalmente a casca (LORENZON, DIAS E TONELLO, 2015).

O escoamento pelo tronco representa uma pequena parcela da precipitação, entre 1 a 15% (TUCCI, 2001; ARCOVA et al., 2003; OLIVEIRA JÚNIOR e DIAS, 2005; SARI et al., 2006; TONELLO et al., 2014; BESSI et al., 2018). Levia e Germer (2015) destacam que espécies com maior capacidade de retenção de água na casca podem

ter maiores potenciais de lixiviados do que as árvores que armazenam menos água e secam mais rapidamente.

A água que escoia pelo tronco é canalizada por caminhos preferenciais ao longo do tronco e ainda por meio das raízes para abaixo do solo (PAZ, 2004). Lorenzon et al. (2015) levantam pesquisas de autores que dizem que este efeito é considerado para o indivíduo florestal um ganho elevado de água próximo às raízes, também denominado de “Duplo funil”. O efeito “duplo funil” sofre variação de acordo com a morfologia da espécie florestal e é caracterizado pela condução da água através do tronco e por caminhos preferenciais induzidos pelas raízes.

Figura 2 – Escoamento pelo tronco e suas interações



Fonte: Levia e Germer (2015)

Espécies que dependem da umidade do solo e possuem raízes que baixa alcance de profundidade, tendem a se adaptar morfologicamente, captando água pela copa e a distribuindo próximo a raiz (LORENZON, 2015). Esses volumes de água são significativos ao redor do tronco, funcionando como mecanismo de alto abastecimento de qualidade e quantidade de água que chega ao solo (LIMA, 2021; LORENZON, 2015).

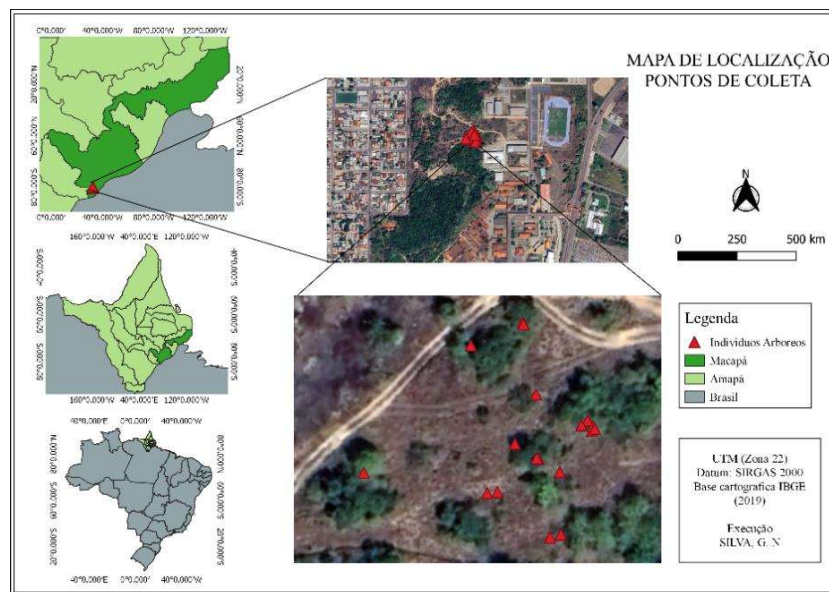
No entanto, as árvores do cerrado possuem raízes profundas e se abastecem nas camadas profundas de água (DURIGAN et. al, 2011), mantém o solo permeável permitindo o reabastecimento dos lençóis freáticos e aquíferos (SANO, 2011).

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido em um fragmento urbano localizado em uma área de Savana arborizada, ao redor de uma mata de terra firme, no Campus Marco Zero, na Universidade Federal do Amapá (Figura 3).

Figura 3 – Mapa de localização



Fonte: autor (2022)

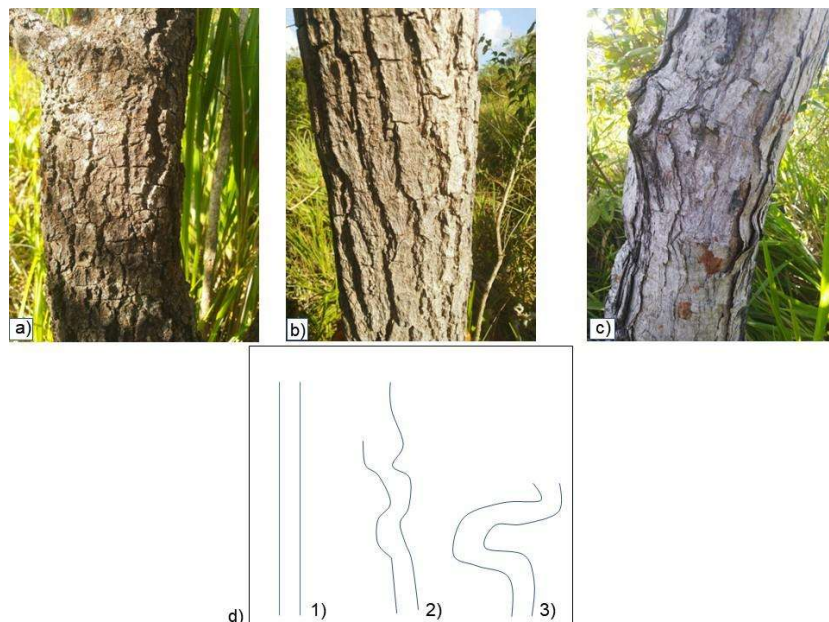
##### 4.2 Delineamento experimental

Foram selecionados indivíduos aleatórios em fragmentos arbóreos urbano com a CAP superior a 20 cm de na área de Savana arborizada, sem delimitação. Os indivíduos selecionados estão localizados as proximidades dos departamentos DEPLA (departamento de letras e artes) e DCET (departamento de ciência e tecnologia).

Foram 18 indivíduos monitorados, os quais foram identificados quanto à espécie, medida a altura, área de projeção da copa, circunferência da altura do peito (CAP) com auxílio de uma fita métrica (Figuras 5 a 19).

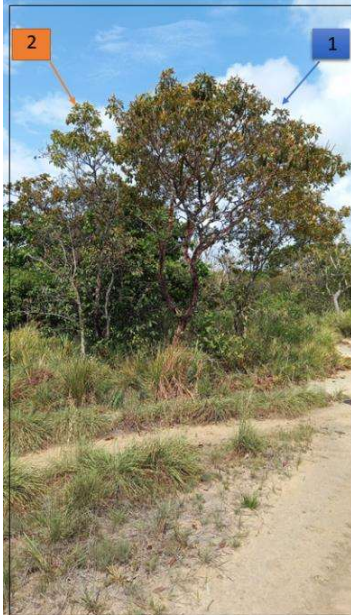
As características morfológicas também são identificadas, como nível de tortuosidade, rugosidade da casca, adaptada da caracterização proposta por Nultsch (2000) (Figura 4). A seguir são apresentadas as espécies monitoradas bem como características levantadas.

Figura 4 – Características morfológicas da casca e tronco: a) Casca áspero; b) Casca fissurado; c) Casca escamoso; d1) Tronco ereto; d2) Tronco tortuoso; d3) Tronco muito tortuoso



Fonte: autor (2021)


Figura 5 – Indivíduos A1 e A2



Indivíduos	A1	A2
Nome Científico	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.
Nome Popular	Murici	Murici
Altura	10,30 m	9,10 m
Área de projeção da Copa	24.49 m <sup>2</sup>	11,93 m <sup>2</sup>
Cap	56,30 cm	36,30 cm
Características	Áspero; pouco tortuoso; bifurcado; copa regular com densidade média.	Áspero; pouco tortuoso; bifurcado; copa regular com densidade média.

Fonte: autor (2021)


Figura 6 – Indivíduo A3



Indivíduos	A3
Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
Nome Popular	Ipê
Altura	8,63 m
Área de projeção da Copa	21,35 m
Cap	43 cm
Características	Fissurado; tortuoso; com pouca infestação por cupins; copa regular com densidade média.

Fonte: autor (2021)

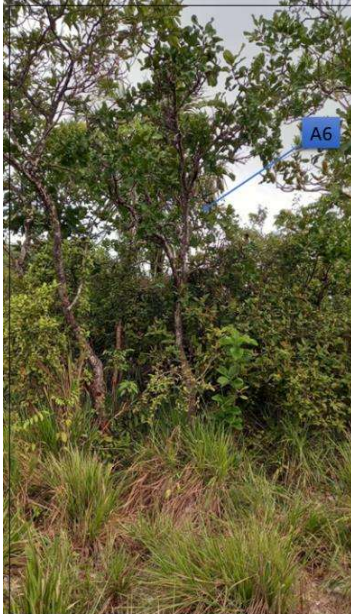
Figura 7 – Indivíduos A4 e A5



Indivíduos	A4	A5
Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
Nome Popular	Ipê	Ipê
Altura	6,91 m	8,31 m
Área de projeção da Copa	12,40 m <sup>2</sup>	74,10 m <sup>2</sup>
Cap	20,50 cm	40,50 cm
Características	Fissurado; reto; com infestação por cupins; copa boa com densidade rala.	Fissurado; reto; com infestação por cupins; copa boa com densidade rala.

Fonte: autor (2021)

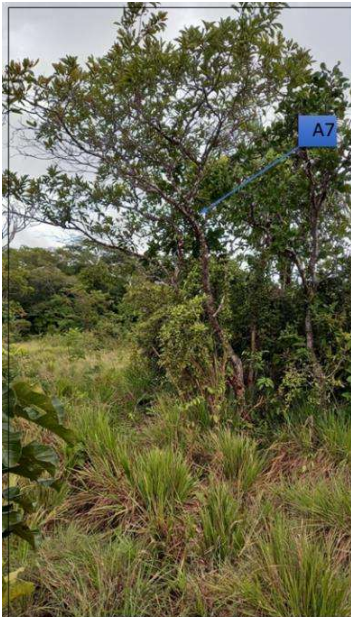
Figura 8 – Indivíduo A6



Indivíduos	A6
Nome Científico	<i>Curatella americana</i> L.
Nome Popular	Lixeira
Altura	8,53 m
Área de projeção da Copa	11,42 m <sup>2</sup>
Cap	32,20 cm
Características	escamosa; tortuoso; com infestação por cipós; copa ruim com densidade rala.

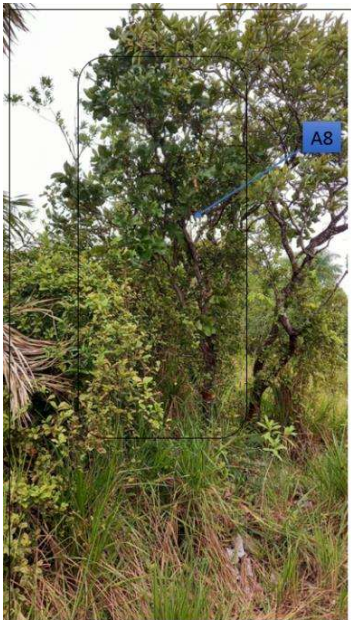
Fonte: autor (2021)

Figura 9 – Indivíduo A7

	<b>Indivíduos</b>	A7
	Nome Científico	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth.
	Nome Popular	Murici
	Altura	9,77 m
	Área de projeção da Copa	17,92 m <sup>2</sup>
	Cap	48,70 cm
	Características	Áspero; tortuoso; com cipós no tronco; copa regular com densidade média.


Fonte: autor (2021)

Figura 10 – Indivíduo A8

	<b>Indivíduos</b>	A8
	Nome Científico	<i>Curatella americana</i> L.
	Nome Popular	Lixeira
	Altura	7,01 m
	Área de projeção da Copa	67,50 m <sup>2</sup>
	Cap	40,4 cm
	Características	Escamoso; tortuoso; com cipós; copa ruim com densidade rala.

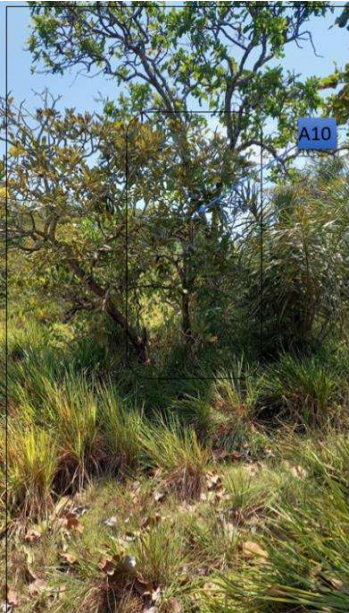
Fonte: autor (2021)

Figura 11 – Indivíduo A9

	<b>Indivíduos</b>	A9
	Nome Científico	<i>Curatella americana</i> L.
	Nome Popular	Lixeira
	Altura	12,21 m
	Área de projeção da Copa	19,21 m <sup>2</sup>
	Cap	537 cm
	Características	Escamoso; ereto; copa regular com densidade média.


Fonte: autor (2021)

Figura 12 – Indivíduo A10

	<b>Indivíduos</b>	A10
	Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
	Nome Popular	Ipê
	Altura	5,97 m
	Área de projeção da Copa	12,08 m <sup>2</sup>
	Cap	36,5 cm
	Características	Fissurado; pouco tortuoso; copa boa com densidade média.

Fonte: autor (2021)

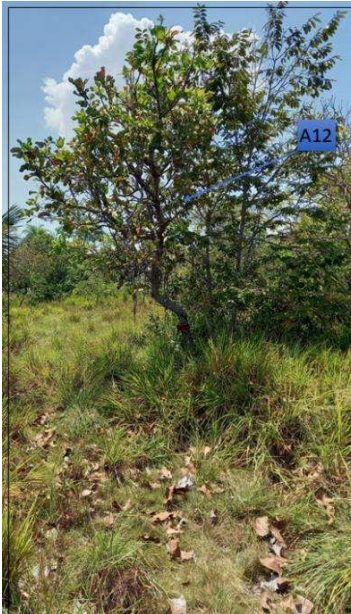
Figura 13 – Indivíduo A11



Indivíduos	A11
Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
Nome Popular	Ipê
Altura	5,78 m
Altura da Copa	13,18 m <sup>2</sup>
Cap	41,7 cm
Características	Fissurado; pouco tortuoso; copa boa com densidade média.

Fonte: autor(2021)

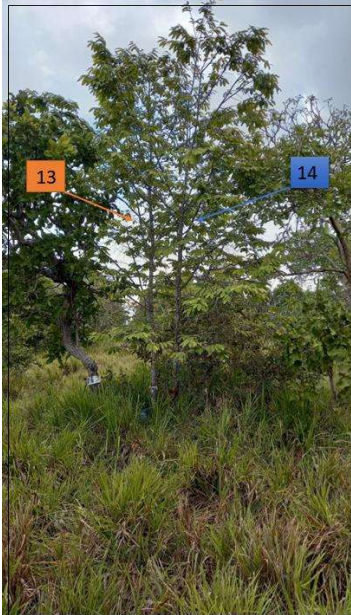
Figura 14 – Indivíduo A12



Indivíduos	A12
Nome Científico	<i>Curatella americana</i> L.
Nome Popular	Lixeira
Altura	8,99 m
Área de projeção da Copa	14,41 m <sup>2</sup>
Cap	41.90 cm
Características	Escamoso; muito tortuoso; copa regular com densidade média.

Fonte: autor (2021)


Figura 15 – Indivíduos A13 e A14



Indivíduos	A13	A14
Nome Científico	<i>Annona paludosa</i> Aubl.	<i>Annona paludosa</i> Aubl.
Nome Popular	Araticum-do-brejo	Araticum-do-brejo
Altura	10,23 m	10,28 m
Área de projeção da Copa	8,53 m <sup>2</sup>	24,8 m <sup>2</sup>
Cap	23,50 cm	24,80 cm
Características	Áspero; ereto; bifurcado; copa boa com densidade média.	Áspero; ereto; bifurcado; copa boa com densidade média.

Fonte: autor (2021)


Figura 16 – Indivíduo A15



Indivíduos	A15
Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
Nome Popular	Ipê
Altura	7,36 m
Área de projeção da Copa	11,27 m <sup>2</sup>
Cap	38,7 cm
Características	Fissurado; ereto; copa boa com densidade média.


Fonte: autor (2021)

Figura 17 – Indivíduo A16

	<b>Indivíduos</b>	A16
	Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
	Nome Popular	Ipê
	Altura	8,5 m
	Área de projeção da Copa	12,15m <sup>2</sup>
	Cap	56,7 cm
	Características	Fissurado; ereto; copa boa com densidade média.


Fonte: autor (2021)

Figura 18 – Indivíduo A17

	<b>Indivíduos</b>	A17
	Nome Científico	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore
	Nome Popular	Ipê
	Altura	10,74 m
	Área de projeção da Copa	22,60 m <sup>2</sup>
	Cap	48,2 cm
	Características	Fissurado; ereto; copa boa com densidade média.

Fonte: autor (2021)

Figura 19 – Indivíduo A18



Indivíduos	A18
Nome Científico	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.
Nome Popular	Murici
Altura	6,08 m
Área de projeção da Copa	18,27 m <sup>2</sup>
Cap	40,25 cm
Características	Áspero; tortuoso; bifurcado; copa boa com densidade média.

Fonte: autor (2021)

#### 4.3 Coleta de dados

Os dados foram coletados durante o período hidrológico: 2020-2021, após cada evento de precipitação acima de 30 mm, totalizando 18 eventos coletados. Foi instalado nas proximidades do local de monitoramento um interceptômetro/pluviômetro manual composto por um cano de PVC com circunferência de 15 cm, fixado a um funil para coletar a precipitação total (P), acoplado a um recorte de mangueira ligado a um recipiente para armazenar os volumes de água (Figura 20).

Os volumes escoados pelo tronco (Et) foram coletados através de aparatos de espuma expansível acoplados em formato de anel anexado ao redor do tronco dos indivíduos arbóreos. Uma mangueira plástica foi inserida no anel para direcionar a água coletada até um recipiente de armazenamento (Figura 21).

Os volumes coletados pelo escoamento pelo tronco (Et) e precipitação incidente (P) foram medidos a partir de uma proveta graduada em mm.

Figura 20 – Interceptômetro / Pluviômetro manual: a) visão vertical; b) visão oblíqua



Fonte: autor (2021)

Figura 21 – Sistema de coletor de escoamento pelo tronco (Et): a) visão vertical; b) visão oblíqua



Fonte: autor (2021)

#### 4.4 Análise de dados

Para o cálculo do escoamento pelo tronco foi utilizada a seguinte equação:

$$Et = V / A$$

Em que Et é o escoamento pelo tronco em mm, V é o volume do coletor em (L) e A é a área estimada da copa em m<sup>2</sup>.

Para cálculo da precipitação incidente foi utilizada a equação:

$$P = (V / A) * 10$$

Em que P é a precipitação incidente (mm), V é o volume do pluviômetro (mL) e A é a área de captação do interceptômetro /pluviômetro (m<sup>2</sup>).

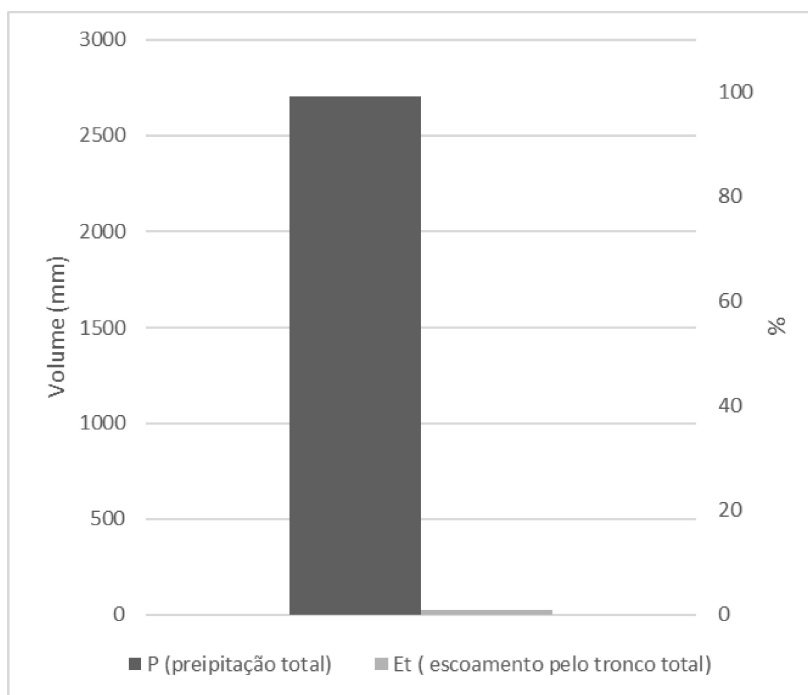
Os dados coletados foram submetidos à análise estatística em Excel e no software IBM SPSS, entre os seguintes parâmetros: análises dos parâmetros morfológicos para identificar características como (casca e fuste); análise de características dendométricas como (a CAP, altura e copa); correlação dos parâmetros morfológicos x Et; P x Et; análise multivariada das características dendométricas x Et; análises de variáveis de Et (ANOVA com nível de confiança a 5%), e correlação de Pearson.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Entrada de água via escoamento pelo tronco

A precipitação total (P) registrada no período amostrado foi de 2.704 mm em 18 coletas (Figura 22). Os volumes totais do escoamento pelo tronco (Et) no período hidrológico variaram de 0,225 (indivíduo A11) a 2,306 (indivíduo A4) mm (Tabela 1). O percentual total correspondente em relação à precipitação total foi de 0,802 %. (Figura 22).

Figura 22 – Volumes totais e percentuais da precipitação (P) e o escoamento pelo tronco (Et)



Fonte: autor (2023)

Silva Júnior et al. (2007), analisando no bioma cerrado, em uma mata ciliar na bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia, identificaram que o escoamento pelo tronco variou de 0,1 a 0,3 mm, sendo 1,3% em relação à precipitação total. Em uma área de floresta amazônica de terra firme os valores encontrados foram entre 0,03 mm a 0,40 mm, sendo 0,3% (FRANKEN et al, 1982). Oliveira Junior et al. (2003), estudando os padrões de uma área de mata atlântica encontraram valores entre 0,078 a 0,731mm, sendo o percentual total de 4,88% em relação à precipitação total.

É possível verificar que os percentuais de escoamento pelo tronco em relação à precipitação total em área de cerrado estão próximos dos valores encontrados neste estudo. Padrões morfológicos das espécies de cerrado, como troncos tortuosos e cascas grossas, podem explicar esse padrão de escoamento.

Apesar de a área de estudo estar próximo ao domínio de floresta amazônica de terra firme, os volumes superiores podem estar ligados ao espaçamento entre as árvores e dosséis menos densos. O percentual encontrado no estudo da área de mata atlântica é superior ao estudo em questão, no entanto, os volumes por indivíduo são próximos, isso se deve ao nível de precipitação correspondente a cada domínio florestal.

## 5.2 Fatores interativos no comportamento hidrológico das espécies monitoradas

A CAP variou entre 20,5 e 56,7 cm, a altura entre 5,78 e 12,21 m e a área de projeção da copa entre 6,75 e 24,49 m<sup>2</sup> (Tabela 1). Dos 18 indivíduos, 33,% apresentam casca áspera, 45% apresentam casca fissurada e 22% com casca escamosa. Um total de 33% indivíduos apresentam o tronco reto, 38,9% pouco tortuosos e 38,9% com grande tortuosidade (Tabela 1). O maior volume escoado foi verificado no indivíduo A4, com casca fissurada e tronco reto.

Tabela 1– Características dendométricas e morfológicas e volumes escoados totais

Árvore	CAP (cm)	Altura (m)	Copa (m <sup>2</sup> )	Casca	Fuste	Et (mm)
A1	56,30	10,30	24,49	Áspero	Tortuoso	0,529
A2	36,30	9,10	11,93	Áspero	Muito totuoso	0,771
A3	43,00	8,63	21,35	Fissurado	Muito totuoso	1,403
A4	20,50	6,91	12,40	Fissurado	Reto	2,306
A5	40,50	8,31	74,10	Fissurado	Tortuoso	0,855
A6	32,20	8,53	11,42	Escamoso	Tortuoso	2,15
A7	48,70	9,77	17,92	Áspero	Muito totuoso	0,456
A8	40,40	7,01	67,50	Escamoso	Tortuoso	0,343
A9	53,70	12,21	19,21	Escamoso	Tortuoso	0,299
A10	36,50	5,97	12,08	Fissurado	Muito totuoso	0,695
A11	41,70	5,78	13,18	Fissurado	Muito totuoso	0,225
A12	41,90	8,99	14,41	Escamoso	Muito totuoso	0,627
A13	23,50	10,23	12,87	Áspero	Reto	1,647
A14	24,80	10,28	14,34	Áspero	Reto	1,984
A15	38,70	7,36	11,27	Fissurado	Tortuoso	0,391
A16	56,70	8,50	12,15	Fissurado	Tortuoso	0,981
A17	48,20	10,74	22,60	Fissurado	Reto	0,6
A18	40,25	6,08	18,27	Áspero	Muito totuoso	0,55

Fonte: autor (2023)

O teste ANOVA foi aplicado ao nível de significância de ( $p \leq 0,05$ ) para comparar as médias e verificar se há diferença entre os volumes totais coletados pelos indivíduos. O valor encontrado foi um valor bastante inferior ao valor de significância

desejado, rejeitando a hipótese nula de igualdade entre os volumes coletados pelos indivíduos (Tabela 2).

Tabela 2– Resultado ANOVA (P = 0,05) para os volumes coletados pelos indivíduos

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0.39896	17	0.02347	17.2191	6.56231E-36	1.65438
Dentro dos grupos	0.44159	324	0.00136			
Total	0.84056	341				

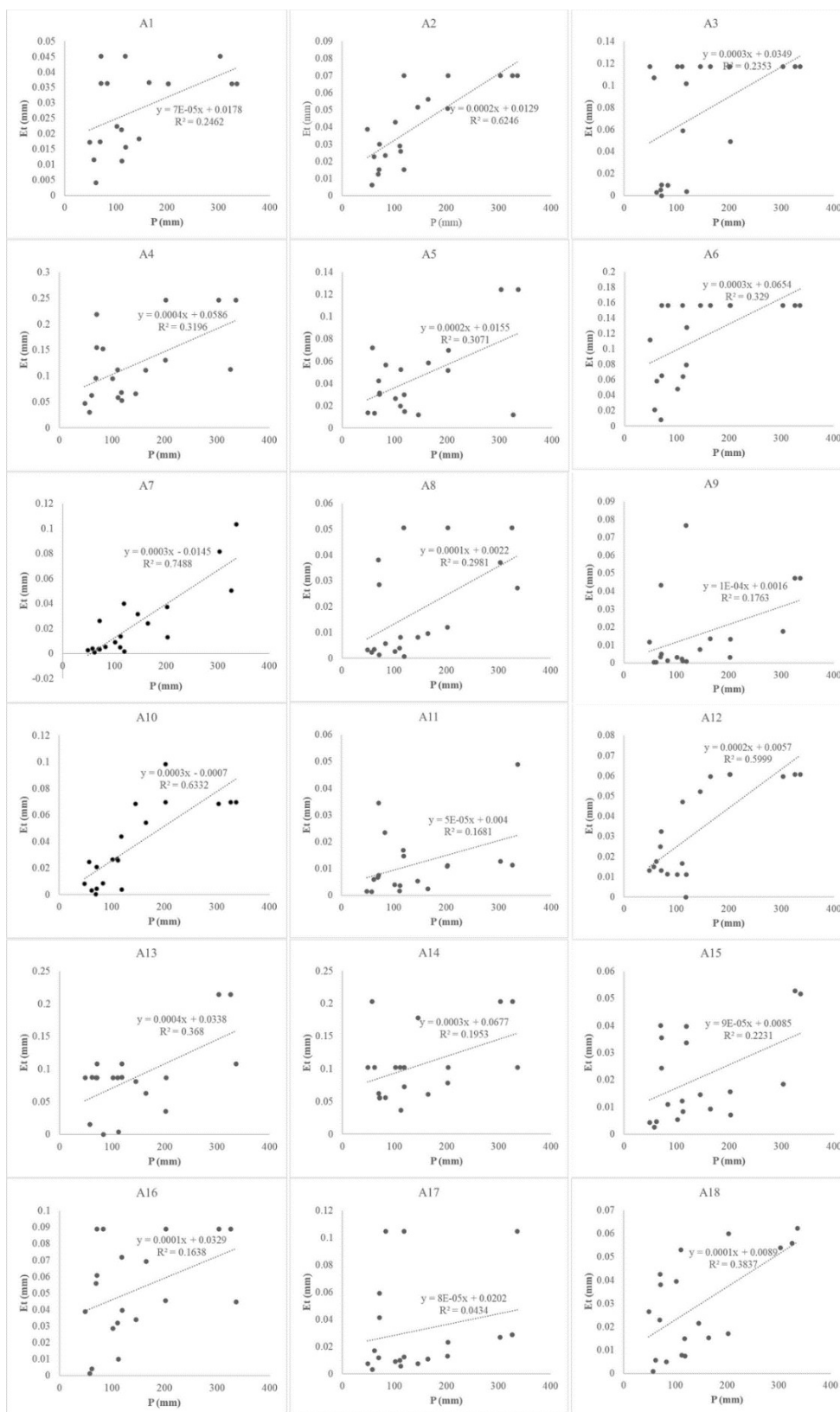
Fonte: autor (2023)

Foi realizada análise para correlacionar os volumes de escoamento pelo tronco e a precipitação em cada coleta (Figura 23). Os indivíduos A2, A7 e A10 obtiveram as maiores correlações, variando entre 0,6 e 0,7. Os demais indivíduos não apresentaram comportamentos padrões, podendo o fluxo ter sofrido outras interferências, como exposição aos ventos, efeito de borda, entre outros.

Dos indivíduos que não obtiveram comportamento linear, seis captaram grande volume de água, independente dos níveis precipitados. Nove indivíduos apresentaram comportamento irregular, com baixa linearidade e pontos bem dispersos, picos de alto volumes no fluxo de Et apesar do volume precipitação.

Dos indivíduos que apresentaram boa correlação, dois apresentam casca fissurada e um apresenta casca áspera, todos apresentam tronco tortuoso. Dos indivíduos que obtiveram grande condução de volume pelo tronco, três apresentam casca fissurada, duas apresentam casca áspera e uma casca escamosa, destas, três possuem tronco tortuoso e três tronco reto.

Figura 23 – Relação entre a precipitação (P) e o escoamento pelo tronco (Et) dos indivíduos

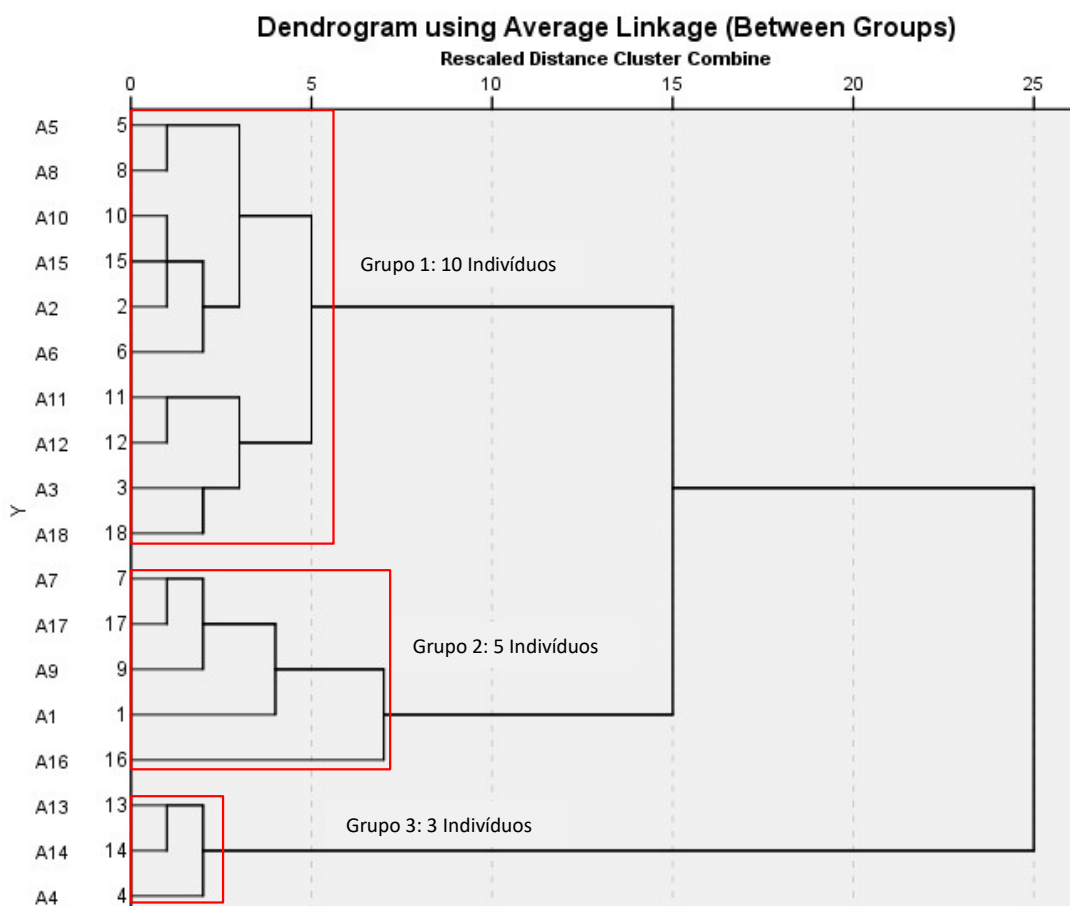


Fonte: autor (2023)

Foi realizado uma análise multivariada, considerando as características dendométricas em relação aos volumes de escoamento, para a formação de grupos de indivíduos com similaridades. Isso resultou na formação de 3 clusters (Figura 24), o grupo um possuindo 55,6% dos indivíduos, o grupo dois a 27,8% e o grupo três a 16,7%.

A ANOVA foi aplicada com nível de significância ( $p \leq 0.05$ ) para identificar as variáveis responsáveis pela formação do cluster. Três variáveis foram significativas e tiveram influência na formação dos clusters de similaridade de grupo, sendo a CAP, a área de projeção da copa e o escoamento pelo tronco. Não houve significância para a altura (Tabela 3). BALIERIO et al, (2021) também verificaram que a altura não influenciou na formação de clusters, em um estudo conduzido em espécies arbóreas de Floresta de Terra Firme.

Figura 24 – Dendrograma de similaridade para características dendométricas dos 18 indivíduos estudadas



Fonte: autor (2023)

Tabela 3 – Resultado da ANOVA (P = 0,05) das variáveis responsáveis pela formação do cluster

	ANOVA					
	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	df		
Circunferência da Altura do Peito (cm)	574,669	3	9,882	14	58,151	,000
Altura (m)	6,560	3	2,594	14	2,529	,099
Área de projeção da copa (m <sup>2</sup> )	86,859	3	11,187	14	7,764	,003
Escoamento pelo tronco (mm)	1,331	3	,256	14	5,198	,013

Fonte: autor (2023)

Em uma análise por grupo, o grupo 1 possui 60% dos indivíduos com casca fissurada, escamosa e áspera 20% respectivamente, 60% tronco muito tortuoso e 40% tronco tortuoso. O grupo 2, indivíduos com casca escamosa e áspera representam 40% respectivamente e casca fissura 20%, 60% tronco tortuoso e muito tortuoso e ereto 20% cada. O grupo 3 possui 33,4% de casca fissurada e 66,7% de casca áspera, ambas com tronco ereto, sendo este o grupo com maior nível de escoamento pelo tronco.

A análise de Pearson mostrou correlação negativa forte para a CAP em relação ao escoamento, onde se esperava que quanto maior a circunferência maior seria o escoamento. Também houve correlação negativa baixa em relação a área de projeção de copa, não sendo considerada significativa, assim como a altura (Tabela 4).

Honda et al. (2014) encontraram baixa correlação entre a circunferência na altura do peito e o volume do escoamento pelo tronco em espécies arbóreas do Cerrado brasileiro. Em espécies de floresta tropical, Dietz et al. (2006) a circunferência altura do peito e o escoamento pelo tronco foram fracamente correlacionados.

O componente do escoamento pelo tronco é frequentemente negligenciado no orçamento de água para as árvores devido ao seu volume presumidamente pequeno e pesquisas limitadas (BALIEIRO et al., 2021). No entanto, percebe-se nesse estudo, que os troncos com circunferências médias e menores tendem a conduzir maior volume de escoamento.

Tabela 4 – Correlação de Pearson entre as variáveis dendométricas e escoamento pelo tronco

Correlations					
		Circunferência da Altura do Peito (cm)	Altura (m)	Área de projeção da copa (m <sup>2</sup> )	Escoamento pelo tronco (mm)
Circunferência da Altura do Peito (cm)	Pearson Correlation	-	,272	,468	-,707**
	Sig. (2-tailed)		,274	,050	,001
	N	-	18	18	18
Altura (m)	Pearson Correlation	-	-	,486*	,063
	Sig. (2-tailed)			,041	,802
	N	-	-	18	18
Área de projeção da copa (m <sup>2</sup> )	Pearson Correlation	-	-	-	-,157
	Sig. (2-tailed)				,535
	N	-	-	-	18
Escoamento pelo tronco (mm)	Pearson Correlation	-	-	-	-
	Sig. (2-tailed)				
	N	-	-	-	-

Fonte: autor (2023)

As características dendométricas não demonstram estatisticamente influenciar na condução do escoamento, com exceção da circunferência altura do peito. Podendo este estar ligado provavelmente ao tipo de chuva comum na região amazônica, de curta duração e intensidade alta, e a morfologia das árvores (FRANKEN et al., 1982).

## 6. CONCLUSÃO

Os maiores volumes de escoamento pelo tronco foram coletados por indivíduos que possuem circunferência à altura do peito pequena e média variando entre 20 cm

a 43 cm, estando relacionado as condições de adaptabilidade das características morfológica dos indivíduos.

Os troncos retos tiveram maior facilidade para conduzir volumes de água. Pois assim, a água percorre um caminho retilíneo, evitando perdas durante o percurso.

A presença de casca áspera e fissurada facilitou e auxiliou na condução do fluxo, pois a água escoava diretamente pelos sulcos e caminhos preferenciais característicos da morfologia dos indivíduos. Já a casca escamosa foi atributo dos indivíduos com menor condução de água, devido ao desprendimento contínuo da casca em forma de escamas, característica essa responsável para proteção e resistência contra o fogo.

## 7. BIBLIOGRAFIA

DO AMARAL, D. D. et al. Identificação dos subtipos de savanas na Amazônia oriental (Pará e Amapá, Brasil) com uma chave dicotômica de individualização. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 14, n. 2, p. 183-195, 2019.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, Valdir de; 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**, v. 27, p. 257-262, 2003.

DE AP BACELLAR, L. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo. br**, v. 1, p. 1-39, 2005.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.

BALIEIRO, R. M. F. et al. Influence of dendrometric and morphological characteristics on stemflow in a forest-savanna transition area in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 33, n. 3, p. 368-377, 2021.

BESSI, D.; DIAS, H. C. T.; TONELLO, K. C. Compartimentação das chuvas em fragmentos de vegetação de cerrado em diferentes estágios de condução da regeneração natural. **Revista Árvore**, v. 42, pág. e420215, 2018.

CABANÊZ, P. A. et al. Precipitação efetiva: uma perspectiva para os estudos em Agroecologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 5, p. 3, 2011.

CAPELLARI, A.; CAPELLARI, M. B. A água como bem jurídico, econômico e social. A necessidade de proteção das nascentes. **Cidades. Comunidades e Territórios**, n. 36, 2018.

DE CARVALHO, W. D.; MUSTIN, K. As savanas amazônicas altamente ameaçadas e pouco conhecidas. **Ecologia da Natureza e Evolução**, v. 4, pág. 0100, 2017.

CHANG, S. C.; MATZNER, E. The effect of beech stemflow on spatial patterns of soil solution chemistry and seepage fluxes in a mixed beech/oak stand. **Hydrological processes**, v. 14, n. 1, p. 135-144, 2000.

COHEN, Julia C. P. et al. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 36-39, 2007.

COSTA NETO, S. V. da et al. Flora das savanas do estado do Amapá. In: **Conhecimento e manejo sustentável da biodiversidade amapaense**. Blucher Open Access, 2017. p. 61-90.

DIETZ, J. et al. Rainfall partitioning in relation to forest structure in differently managed montane forest stands in Central Sulawesi, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v. 237, n. 1-3, p. 170-178, 2006.

DURIGAN, G. et al. Manual para recuperação da vegetação de Cerrado. 3ª Edição revisada e atualizada. São Paulo, 2011.

EITEN, G. The use of the term 'savanna'. 1986.

FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP (US). **Stream corridor restoration: Principles, processes, and practices**. Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998.

FALKENGREN-GRERUP, U. Soil acidification and vegetation changes in deciduous forest in southern Sweden. **Oecologia**, v. 70, p. 339-347, 1986.

FRANKEN, W. et al. Interceptação das precipitações em floresta amazônica de terra firme. **Acta amazonica**, v. 12, p. 15-22, 1982.

DE FREITAS, L. et al. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**, v. 26, n. 1-2, 2017.

FRITZEN, M.; BINDA, A. L. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 3, p. 239-254, 2011.

HONDA, E. A.; MENDONÇA, A. H.; DURIGAN, G. Factors affecting the stemflow of trees in the Brazilian Cerrado. **Ecohydrology**, v. 8, n. 7, p. 1351-1362, 2015.

SOUZA, L. A. G.; CLEMENT, R. de N. 30 anos de pesquisas em ciências agrônômicas na Amazônia: livros de resumos: artigos científicos publicados por pesquisadores da CPCA em revistas indexadas no período de 1975-2005. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico; inventário das formações florestais e campestres; técnicas e manejo de coleções botânicas; procedimentos para mapeamentos**: 1-275. IBGE, Rio de Janeiro.

JOLY, C. A. et al. Apresentando o diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. 2019.

KOBIYAMA, M. Manejo de bacias hidrográficas: conceitos básicos. **Curso de Manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal, Apostila, Curitiba: FUPEF**, p. 29-31, 1999.

LAPOLA, D. M. et al. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature climate change**, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2014.

LEVIA, D. F.; GERMER, S. A review of stemflow generation dynamics and stemflow-environment interactions in forests and shrublands. **Reviews of Geophysics**, v. 53, n. 3, p. 673-714, 2015.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E.M. da. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. **Simpósio brasileiro de recursos hídricos**, v. 17, 2007.

LIMA, J. A. **Estudo integrado para interpretação da dinâmica hídrica em ecossistemas florestais amazônicos**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-

Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba-SP, 2021.

LORENZON, A. S.; DIAS, H. C. T.; TONELLO, K. C. Escoamento da água da chuva pelo tronco das árvores em uma floresta estacional semidecidual. **Revista Árvore**, v. 39, p. 423-430, 2015.

MELÉM JUNIOR, N. J.; DE FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, GK-I. **Caracterização dos cerrados do Amapá**. Embrapa Amapá-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2003.

DE MIRANDA, R. A. C.; DE OLIVEIRA, M. V. Siquei; DA SILVA, Danielle Ferreira. Ciclo hidrográfico planetário: abordagens e conceitos. **Geo Uerj**, v. 1, n. 21, p. 109-119, 2010.

MOCHIUTTI, S.; MEIRELLES, P.R. de L. **Utilização das pastagens nativas do Amapá**. Embrapa Amapá-Capítulo em livro científico (ALICE), 1994.

MORAES, J. et al. Modificações da paisagem e expansão do cultivo de grãos em área de savana no estado do Amapá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 5, p. 2463-2474, 2022.

NOBRE, C. A. et al. Impact of climate change scenarios for 2100 on the biomes of South America. In: **First International CLIVAR Conference, Baltimore, USA**. 2004. p. 21-25.

NOBREGA, S. L. et al. **Comportamento hidrológico em bacia hidrográfica da savana amazônica e cenários de usos do solo**. 2018.

NULTSCH, W. **Botânica Geral**. Porto Alegre: Artmed. 10 ed., 2000, 489 p.

OLIVEIRA, C. P. **O método de avaliação por múltiplos critérios como apoio ao planejamento ambiental: aplicação experimental no cerrado central do Amapá, Brasil**. Unifap: Embrapa Amapá: Iepa, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. de; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, p. 9-15, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. et al. **Escoamento pelo tronco (stemflow) em uma microbacia ocupada com fragmento de mata atlântica**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2003.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. The water balance components of undisturbed tropical woodlands in the Brazilian cerrado. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 19, n. 6, p. 2899-2910, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos da Água**, de 22 de março 1992.

PARADISE, C. J.; DUNSON, W. A. Effects of pH and sulfate on insects and protozoans inhabiting treeholes. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 33, p. 182-187, 1997.

PAZ, A. R. da. **Hidrologia Aplicada**. Caxias do Sul: Disciplina Ministrada na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, p. 138, 2004.

PRANCE, G. T. Ilhas na Amazônia. **Transações Filosóficas da Royal Society de Londres**. Série B: Ciências Biológicas, v. 351, n. 1341, pág. 823-833, 1996.

SANO, S. M. et al. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008., 2008.

SANTOS, R. M. dos; KOIDE, S. Avaliação da recarga de águas subterrâneas em ambiente de cerrado com base em modelagem numérica do fluxo em meio poroso saturado. **RBRH**, v. 21, p. 451-465, 2016.

SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D. de; PAIVA, J. B. D. de. Interceptação da chuva em diferentes formações florestais na região sul do Brasil. **RBRH**, v. 21, p. 65-79, 2016.

SARMIENTO, G. **The Ecology of Neotropical Savannas**. Harvard University Press, Cambridge, 1984. 235p.

SCHMULL, M. et al. Site factors determining epiphytic lichen distribution in a dieback-affected spruce-fir forest on Whiteface Mountain, New York: stemflow chemistry. **Canadian Journal of Botany**, v. 80, n. 11, p. 1131-1140, 2002.

SILVA JÚNIOR, M. F.; MANFROI, O. J.; BORMA, L. De S. **Interceptação da precipitação em uma vegetação do cerrado, tocantins: leiaute e resultados preliminares**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos, 2007, São Paulo.

TONELLO, K. C. et al. Net precipitation in different forest fragments of ipanema national forest. **Revista Árvore**, v. 38, p. 383-390, 2014.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS Editora: ABRH, 943 p. 2001.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.

ZHANG, Ya-feng et al. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss by two xerophytic shrubs within a rain-fed re-vegetated desert ecosystem, northwestern China. **Journal of hydrology**, v. 527, p. 1084-1095, 2015.