



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA – DECO**

Raquel Cardim Gusmão de Abreu

Distribuição, abundância e estrutura de uma população  
de *Piper klotzschianum* (Kunth) C.DC. (Piperaceae) no  
Parque Nacional Serra de Itabaiana - Sergipe

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ecologia, desenvolvido sob orientação de Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo simples fato de estar viva e a cada dia me proporcionar forças ao longo dessa jornada chamada "vida".

Agradeço a todos os professores que passaram pela minha graduação, principalmente aos professores do DECO, os quais me proporcionaram conhecimento que terei ao longo da minha vida profissional. Em especial, a professora Marcia Rocca, minha primeira orientadora, por todo ensinamento me proporcionado.

Agradeço ao professor Adauto, meu orientador, pela paciência, dedicação, ensinamentos (e muitos!) e confiança depositada em mim nos últimos anos.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram comigo em toda graduação me apoiando e dando forças e incentivos, sempre acreditando em mim. Obrigada pela confiança, com toda certeza levarei vocês ao longo da minha vida, mesmo cada um seguindo o seu rumo. Vocês sempre estarão no meu coração (coisa melosa, mas vocês merecem). Serei eternamente grata, principalmente ao Amadeu, Michelly, Ingrid e Bia.

Em especial, agradeço ao Amadeu, que foi a minha maior força dentro dessa universidade, e as minhas palavras nunca serão o suficiente. Como eu sempre te digo, te devo o mundo Hahaha. Michelly, te agradeço por todo apoio, porque apesar de tudo, você ainda está sempre ali para me ouvir e me dar apoio. Vocês dois foram meus melhores amigos dentro desse mundo acadêmico e levarei vocês eternamente comigo. Vocês com toda certeza do mundo têm o meu amor.

Agradeço a banca examinadora.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente colaboraram com minha formação.

## RESUMO

A família Piperaceae tem distribuição Pantropical, pertencente a ordem Piperales, possui cerca de cinco gêneros em território brasileiro, com *Peperomia* Ruiz & Pav. e *Piper* L. sendo mais abundantes. O gênero *Piper* L. tem a maior diversidade nos neotrópicos e a sua abundância está relacionada ao aumento da altitude e a diminuição da precipitação. No Brasil ocorre aproximadamente 500 espécies, alguns com alto valor medicinal e econômica, devido a produção de óleos essenciais, e por ser fonte de alimento para aves e morcegos. Este estudo tem por objetivo realizar uma pesquisa científica sobre o padrão de distribuição espacial e a estrutura populacional da *Piper klotzschianum* contribuindo para uma melhor conservação, indicando se a espécie se encontra em condição normal ou em situação de risco. Propôs uma estruturação em função de seis classes de altura e analisou as variações da área foliar, largura, comprimento e número de folhas, biomassa (peso seco), efeito da herbivoria. A população de *P. klotzschianum* ocorre em uma mancha de aproximadamente 2000m<sup>2</sup> próximo ao riacho Coqueiros. Para avaliar o padrão de distribuição espacial foi utilizado o método de parcelas/plote ou quadrante de 4m<sup>2</sup>, tamanho mínimo dos plotes de 2mx2m totalizando N=100 plotes. Estimou uma média de  $2,78 \pm 3,54$  ind./m<sup>2</sup> e o Índice de agregação de Morisita (Id= 3,38) e indicou que há uma alta agregação. A estrutura não apresentou características de mudanças morfológicas dos estágios ontogenéticos.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação, Classes de Desenvolvimento, Ontogenia

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3. HIPÓTESES.....	10
4. OBJETIVO.....	10
4.1 OBJETIVO GERAL.....	10
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
7. CONCLUSÃO.....	21
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A família Piperaceae possui distribuição Pantropical com cerca de 500 espécies em território brasileiro, as quais apresentam ocorrências em todos os estados, com 21 espécies encontradas no estado de Sergipe (Flora do Brasil 2020). A sua ampla distribuição pode estar relacionada ao seu crescimento e desenvolvimento em áreas com diferentes características, incluindo áreas com interferências humanas (Nascimento 2011).

O estudo sobre o padrão de distribuição e estrutura de uma população permite diferenciar os estágios do ciclo de vida da espécie e a sua capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes e condições, fornecendo informações para o estudo da história de vida da população e a sua conservação (Bernacci *et al.* 2008).

Este estudo analisou o padrão de distribuição e a estrutura de uma população de *Piper klotzschianum* Kunth que ocorre no Parque Nacional Serra de Itabaiana. As poucas informações básicas (p. ex. crescimento, reprodução e sobrevivência da planta) podem contribuir em medidas de compensação por meio de pagamento de serviço ecossistêmico em caso de exploração econômica e social da espécie. Diante do potencial de prospecção química, econômica e social desta *Piper*, de ocorrência nos domínios de Mata Atlântica, a amplitude destas descobertas motivaram a buscar informações sobre a ocorrência da espécie, abundância local e o seu status de conservação. Recentes estudos químicos do óleo essencial da *P. klotzschianum*, através de novas técnicas analíticas, isolou substâncias com efeito em células anti-câncer e em larvas de mosquitos da dengue (Lima *et al.* 2019).

O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) localizado no estado de Sergipe faz parte do grupo de Proteção Integral do SNUC, que de acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, permite apenas o uso indireto dos recursos naturais, apresentando regras e normas mais restritas, como por exemplo, a permissão de uso de recursos naturais para fins de pesquisa científica. O PNSI é caracterizado por sua composição florística com cerca de 193 espécies, as quais sofrem alterações na sua distribuição populacional devido ao grande impacto ambiental causado pelas comunidade do entorno em consequência de atividades como cerâmica e olarias (Dantas *et al.* 2010, Nascimento 2013).

Diante disso, este estudo pretendeu investigar a espécie *P. klotzschianum* e a influência da sua estrutura populacional no seu padrão de distribuição e abundância, contribuindo para uma melhor conservação. Além disso, esse estudo pode incentivar a população entorno a cultivar a espécie em suas propriedades, o que seria uma alternativa medicinal de baixo custo.

O que entraria o papel de estudos futuros que dará mais informações sobre a espécie e como ela pode ser cultivada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O gênero *Piper* L.

A família Piperaceae, ocorrente em biomas da Mata Atlântica e Floresta Amazônica, possuem espécies com alto valor medicinal devido a substâncias produzidas por atividades biológicas de suas folhas, ampliando a sua importância em medidas de conservação, sendo representada no nordeste brasileiros com os gêneros *Piper* L., *Ottonia* Spreng., *Peperomia* Ruiz & Pav. e *Pothomorphe* Miq., (Guimaraes *et al.* 2004; Gogosz *et al.* 2012; Jaramillo & Manos 2001). Descrita como uma das principais famílias de angiospermas basais, as espécies pertencentes a este grupo desenvolveram uma ampla variedade de formas de vida (p. ex. arbusto, árvore, erva, subarbusto) e uma ampla distribuição, podendo ser encontradas em todo território brasileiro e em todos os domínios fitogeográficos (Flora do Brasil 2020).

O gênero *Piper* é o mais abundante da família Piperaceae, com cerca de 2000 espécies, no qual a sua maior diversidade se encontra nos neotrópicos, diminuindo o número de espécies conforme o aumento da altitude e a diminuição da precipitação (Dyer & Palmer 2004). Além disso, a sua grande distribuição tem sido explicada devido a sua adaptação em habitats diferentes e pela evolução das suas formas de crescimento, podendo ser encontrada em ambientes de condições ambientais extremas, com sua maior diversidade em florestas úmidas (Silva *et al.* 2014; Dyer & Palmer 2004). O gênero tem sido cada vez mais estudado devido a coexistência entre espécies que apresentam as mesmas características (p. ex. fenologia reprodutiva e utilização de habitat) o que resulta numa menor competição e melhor distribuição de recursos necessários para o seu desenvolvimento (Guimarães *et al.* 2004). Suas características morfológicas são descritas como uniformes, apresentando folhas simples e alternadas, caule articulado ao nó e ao entrenó, ramos aéreos, os quais são frágeis e facilmente achados em serrapilheiras de florestas, suas inflorescências são em formato de espigas, na vertical ou pendentes, seus frutos são carnosos, servindo de alimento para muitas espécies de morcegos frugívoros e aves, e suas folhas com bainha alada, as quais servem de alimento para

inúmeros herbívoros, e também, podem ser encontradas espécies com cerca de 10 metros de altura (Ruschel 2004; Jaramillo 2004; Carvalho-Okano & Alves 1998; Guimarães & Giordano 2004).

A espécie *Piper klotzschianum*, em recentes estudos, apresentou através de extratos orgânicos de suas raízes e caules, indução à alívio de dores e também apresentam atividade larvicida contra *Aedes aegypti* e *Artemia salina* (Lima *et al.* 2019). Ainda, de acordo com o autor, nas suas folhas foram descritos novos componentes de efeitos anestésicos, porém em quantidades pequenas, e a partir desta informação, os pesquisadores realizaram a extração dos óleos essenciais por meio da técnica de extração supercrítica de pressão com dióxido de carbono para extrair compostos químicos valiosos, tais como sesquiterpenos bioativos e amidas como pipericallosidina e piperovatina, com potencial fito terapêuticas.

## 2.2 Padrão de Distribuição

Estudos relacionados ao padrão de distribuição espacial podem ser avaliados em diferentes escalas com o principal objetivo de determinar a forma como os indivíduos estão dispersos em determinada área (Rogers & Hartemink 2000). Essa caracterização tem sido bastante controversa, pois alguns pesquisadores afirmam que os indivíduos não são aptos a se distribuírem de forma uniforme, apenas de forma aleatória ou agregada, o que leva aos estudos de diferentes fatores como a taxa de crescimento e de reprodução (Mello 2002).

O gênero *Piper* é um dos gêneros de plantas o qual a dispersão ocorre pela zoocoria, associada ao tipo de colonização das espécies em diferentes habitats (Valentin-Silva *et al.* 2018). Além disso, espécies do gênero *Piper* são conhecidas por apresentar um tipo de crescimento através da formação de estolões, o que auxilia na fácil propagação de novos indivíduos, apresentando um padrão de distribuição em forma de “manchas”, ou seja, de forma agregada (Souza *et al.* 2009). Esse tipo de padrão também está associado ao tipo de disponibilidade de recursos que pode ser favorável para uma única espécie (Costa *et al.* 2017).

Os indicadores de seu comportamento de distribuição e dispersão espacial no habitat mais usados podem ser medidos pelos parâmetros média e variância. O Índice de Dispersão de Morisita e o Coeficiente de Agregação, ambos determinam se a distribuição de indivíduos é de forma uniforme, agregada ou aleatória (Amaral *et al.* 2015; Freitas & Magalhães 2013). De acordo com Brown & Zar (1984), em hipótese a distribuição é aleatória.

### 2.3 Estrutura da população

As espécies de Piperaceae de remanescentes florestais de Mata Atlântica do Brasil apresentam propagação vegetativa por raiz ou caule-estolão, assim como reprodução sexual. Este tipo de reprodução foi verificado em *Piper amalago* L., *P. arboreum* Aublet, *P. xylosteoides* (Kunth) Steud., *Peperomia parnassifolia* Miq. e *Ottonia martiana* Miq. Os indivíduos da *P. klotzschianum* apresentam estas fases de desenvolvimento, incluindo a presença e ausência de estruturas reprodutivas. Todavia, Souza *et al.* (2009), chama atenção que na família Piperaceae estas variações estruturais, tanto na raiz como no caule, podem ser induzidas ambientalmente ou corrigidas geneticamente.

As condições ambientais podem em hipótese alterar a ontogenia dos indivíduos de plantas ou elas, tem uma programação genética no seu desenvolvimento. Modificar suas estruturas, como ocorre com o meristema, pode desenvolver de modo tardio ou ficar inativo por longos períodos, sucedendo para alterações significativas nos estágios ontogenéticos. De acordo com Bernacci *et al.* (2008) e Portela & Santos (2011) verificar outras características morfológicas como o diâmetro do estipe e altura da planta podem estar relacionados as induções ambientais. Neste sentido, o tamanho de uma planta é o fator mais estudado para se avaliar a estrutura genética de uma população, no qual é observado diferentes estágios de vida da planta, classificando pelas diferenças estruturais e reprodutivas (Huber *et al.* 1999, Le Roux *et al.* 2013).

Portanto, para estudar a estrutura populacional de uma planta é preciso analisar o ciclo de vida dos indivíduos e seus fatores determinantes (condições bióticas e abióticas) que afetam diretamente no estágio ontogenético (Bernacci *et al.* 2008). Os fatores que atuam em diferentes escalas ocasionam interferências nos processos populacionais, o que pode resultar em espécies com diferentes estruturas populacionais numa mesma região (Miranda-Melo *et al.* 2007). Um exemplo dessa interferência na estruturação é a presença de herbívoros que compromete alterar a estrutura populacional, devido as preferências a diferentes estádios da planta (Santos & Souza 2007).

### 2.4 Habitat



Por ocorrerem em diferentes habitats, as espécies do gênero *Piper* podem ser encontradas em variados ambientes, desde o cerrado brasileiro, campo rupestre, zonas úmidas abertas, florestas de pântano e florestas úmidas, sendo essa possuidora de sua maior diversidade (Jaramillo & Marquis 2004).

De acordo com o Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, a composição florística do PNSI está representada por 193 espécies, sendo 801 apenas do grupo das Angiospermas, como por exemplo, as espécies da família Piperaceae, representada por: *Peperomia magnoliifolia*, *Peperomia obtusifolia*, *Piper arboreum*, *Piper hispidum*, *Piper vicosanum* e *Piper klotzschianum*, o qual está distribuída no subbosque das matas ripárias e ciliar do Parque Nacional Serra de Itabaiana (Silva et al. 2019).

Esta espécie, de acordo com informações no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE), foi coletada em 2013 pelos pesquisadores Paulo Santana e Aduino Ribeiro (AS 136). A descrição da planta reduz em características do hábito umbrófila, infrutescência verde e folhas anestésicas. Devido a possuir reduzida informação sobre a *P. klotzschianum* torna-se necessário a caracterização da espécie, que por se tratar de uma planta de crescimento escandente, tem status protegida no PNSI, porém, corre risco por estar próximo a uma rodovia estadual.

A justificativa do estudo, portanto, busca avaliar o padrão de distribuição da espécie e o seu comportamento de dispersão, e também disseminar conhecimento sobre a espécie, o que auxiliará na sua preservação e conservação, visto que é uma espécie com ampla distribuição no território nacional, apresentando importância econômica, social e medicinal (Nascimento 2011).

### **3. HIPÓTESES**

H1: Há distribuição ontogenética da população pela diferenciação morfológica das plantas.

H2: A estrutura populacional é influenciada pelo crescimento vegetativo da espécie *Piper klotzschianum* Kunth.

### **4. OBJETIVO**

#### 4.1 OBJETIVO GERAL

Construir a estrutura de uma população de *Piper klotzschianum* Kunth, analisando o seu padrão de distribuição espacial no Parque Nacional Serra de Itabaiana para fins de conservação e futuras pesquisas científicas.

#### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Analisar o padrão de distribuição espacial da espécie;
- ii) Avaliar características morfológicas de *Piper klotzschianum* e propor uma estrutura de população para futuros estudos de dinâmica populacional;
- iii) Avaliar dimensão foliares (p. ex. largura e comprimento) e sua relação com a área foliar;
- iv) Determinar a relação entre área foliar e a biomassa foliar (seca 60° C) e a atividade de herbivoria.

### 5. MATERIAL E MÉTODOS

#### 5.1 Área de Estudo

O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) está situado a 200 metros da Rodovia estadual SE230, a 5km da cidade de Areia Branca e 10 km da cidade de Itabaiana (10°46'03.3"S 37°20'19.5"W). A unidade federal sob gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) compreende uma área de aproximadamente 7,991 ha e tem como objetivo a preservação dos ecossistemas naturais existentes. Tendo 48% do território com habitats de floresta abertas nas areias branca e floresta estacional semidecidual de Mata Atlântica. Possui nove fitofisionomias com predominância de formações abertas naturais, e que de acordo com o seu Plano de Manejo, são áreas caracterizadas por seus campos gramíneos úmidos e secos, recobertos em sua grande maioria por espécies de gramíneas, apresentando também áreas cobertas por areias brancas (Dantas & Ribeiro 2010).

Nesta unidade encontramos espécies dos biomas de Mata Atlântica e a Caatinga, incluindo a espécie *Piper klotzschianum* (Figura 1), além disso, composição florística do Parque é composta por 300 gêneros e 801 espécies de plantas.



**Figura 1** – Mapa do Parque Nacional da Serra de Itabaiana (10°46'03.3"S 37°20'19.5"W). Foto por: Fundação Joaquim Nabuco. Acesso em março de 2020.

## 5.2 *Piper klotzschianum*

O gênero *Piper* apresenta distribuição geográfica Pantropical e as suas espécies apresentam divergência evolutiva entre paleotropical e neotropical, das quais são encontradas em sua grande maioria nas regiões do trópico americano (Jaramillo & Manos 2001).

Segundo a Flora do Brasil 2020, *P. klotzschianum* (Figura 2) é uma espécie endêmica e apresenta distribuição geográfica em três regiões, incluindo o Nordeste, indicando o estado da Bahia como o único estado nordestino com a presença desta espécie, porém, segundo informações encontradas no Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, foi verificado a presença desta espécie no Estado de Sergipe no ano de 2013, apresentando assim, uma divergência entre essas duas fontes de informações.

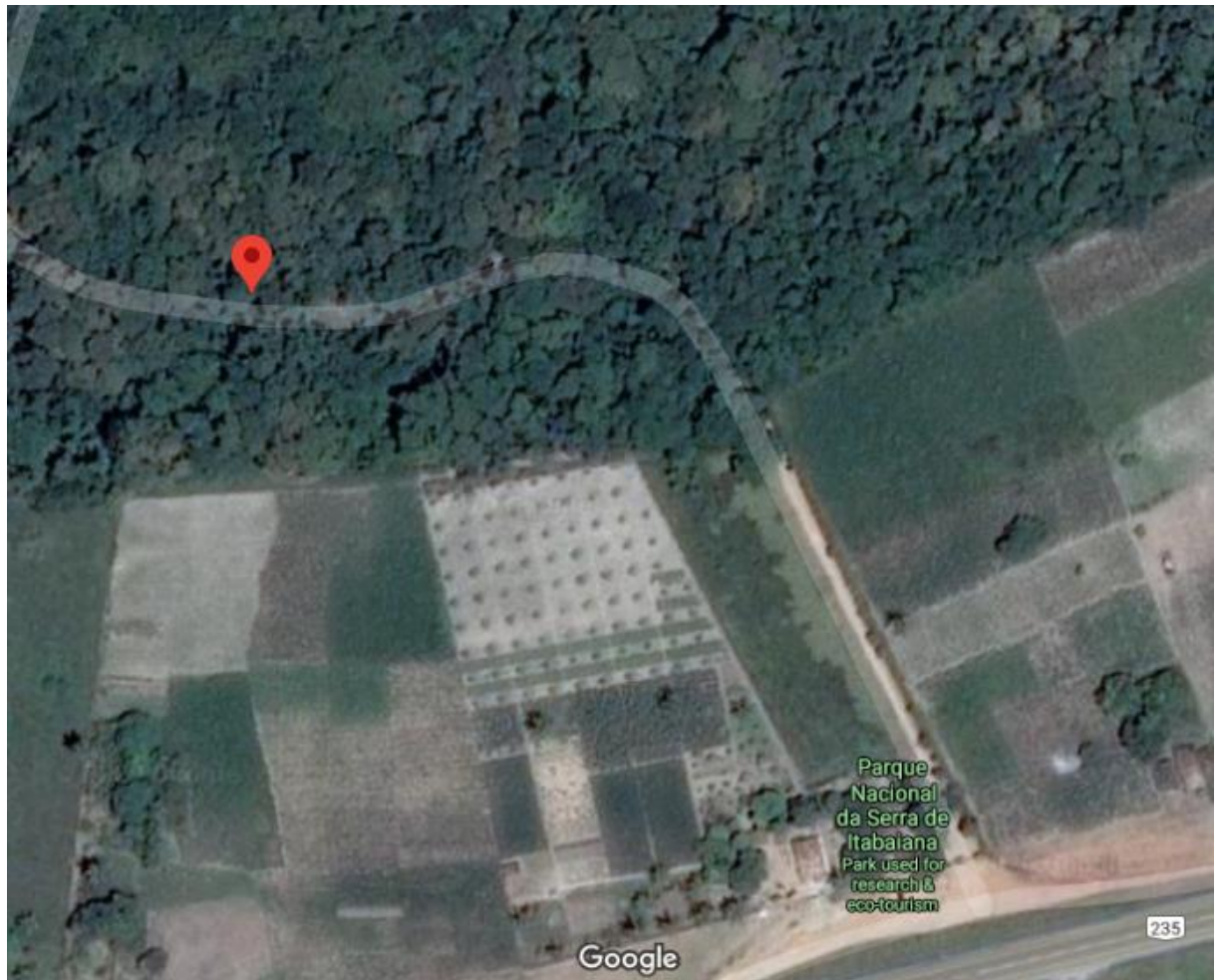


**Figura 2** – Indivíduo escandente da *Piper klotzschianum* Kunth, no Parque Nacional Serra de Itabaiana. Fotografia por Raquel Abreu em 2019. (10°46'03.3"S 37°20'19.5"W)

### 5.3 Coleta e Análise de Dados

A área de estudo foi estabelecida de acordo com a ocorrência da espécie *P. klotzschianum* já catalogada no Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, pelo pesquisador e orientador deste trabalho, Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro. Além disso, a espécie não foi encontrada em áreas mais próximas. Esta área se encontra a cerca de 200 metros após a entrada do Parque Nacional Serra de Itabaiana e a espécie é encontrada à 10 metros de distância das margens da estrada do Parque (Figura 3).

Foram coletados 100 indivíduos e levados ao Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia, UFS. Nisso, foram coletados informações como o comprimento da planta (medição da raiz até o ápice da folha), área foliar, comprimento da folha, número de folhas, herbivoria e biomassa seca.



**Figura 3** – Localização da ocorrência de *Piper klotzschianum* Kunth. no Parque Nacional Serra de Itabaiana (10°46'03.3"S 37°20'19.5"W).

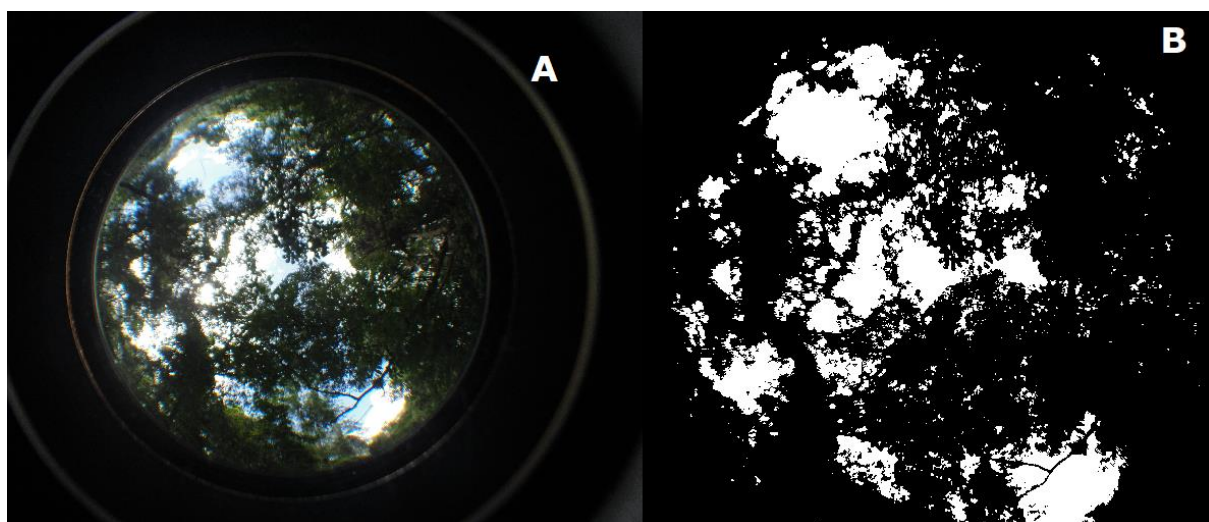
### 5.3.1 Análise do padrão espacial

Duas populações de *P. klotzschianum* estão distribuídas em uma área de 20 x 40 m e a outra, 20 x 50 m, separadas por uma estrada, perfazendo 1800 a 2000 m<sup>2</sup>. Foram estabelecidas nas duas manchas de *Piper* o total de 10 quadrantes (5 em cada margem) de 2 x 20 m equidistantes. Para análise do padrão espacial os quadrantes foram divididos em plots 2 x 2m, assim cada área amostral de *Piper* totalizou 100 plots, onde foram contados em todos os plots, e dados como o comprimento total da planta também foram coletados para a estruturação da comunidade em classe de tamanho.



### 5.3.2 Análise do dossel e índice de área foliar

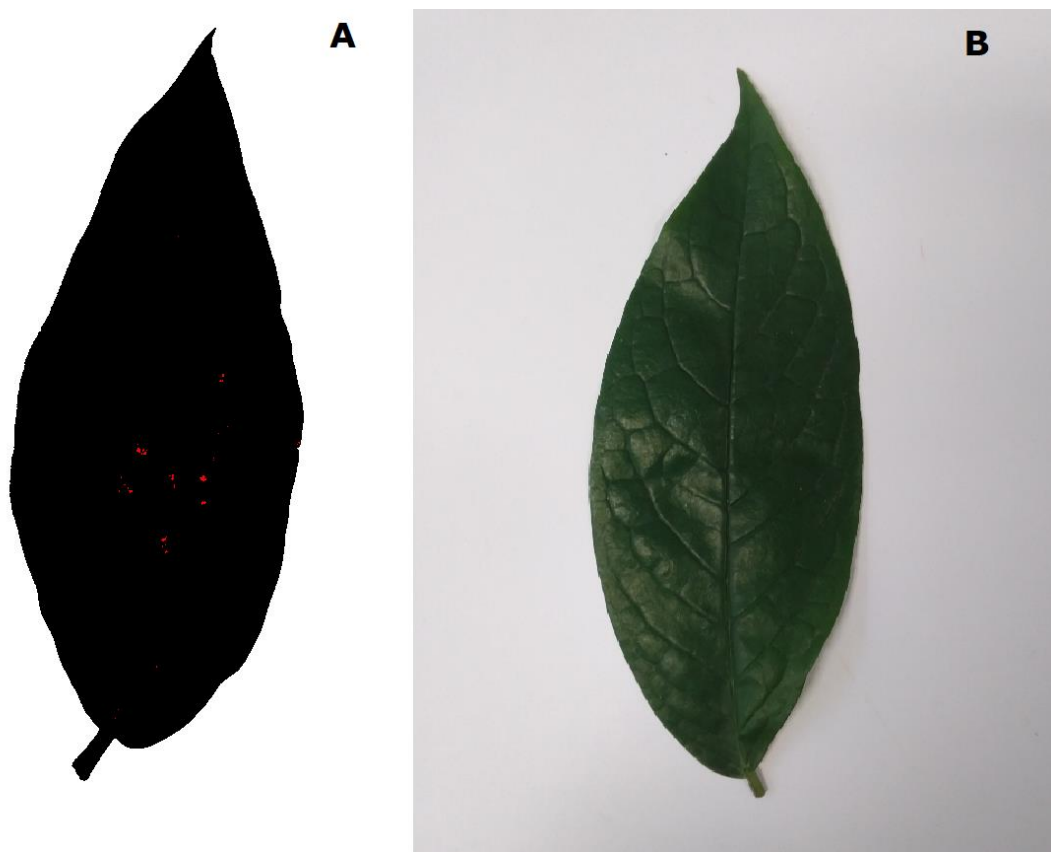
Para caracterizar o habitat da *Piper* foram feitas fotos hemisféricas para a determinação da cobertura do dossel e índice de área foliar (IAF). As análises de abertura e o IAF foram feitos com a ajuda do software *Gap Light Analyzer*® (Figura 4). Em cada parcela estudada, foram tiradas fotografias do dossel (ponto-dossel), distante 20 metros entre si a 1 metro do solo, com o auxílio de tripé fotográfico.



**Figura 4** – Foto hemisférica (A) da cobertura do dossel na primeira parcela na margem A, analisada no *Gap Light Analyzer*® (B). Local: Parque Nacional Serra de Itabaiana, 2019.

### 5.3.3 Análise morfologia da planta

Para caracterizar a estrutura em estágio de crescimento da planta foram coletados 100 indivíduos aleatoriamente, os quais foram levados ao Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia – UFS para medição de área foliar, comprimento total da planta (no estudo, referido como altura da planta), comprimento e largura da folha e herbivoria (mastigadores). Além disso, foi realizado na balança analítica medições de peso da matéria fresca x matéria seca. Para a determinação da biomassa seca, as folhas foram desidratadas em estufa (60°) por 48 horas e depois pesadas. Para a determinação da área foliar e herbivoria foi usado o *software Bioleaf*® (Figura 5).



**Figura 4** – Folha analisada no BioLeaf (A) no qual os pontos vermelhos indicam as regiões danificadas pela herbivoria. (B) Uma das 30 folhas amostradas para o estudo.

#### 5.3.4 Análises Estatísticas

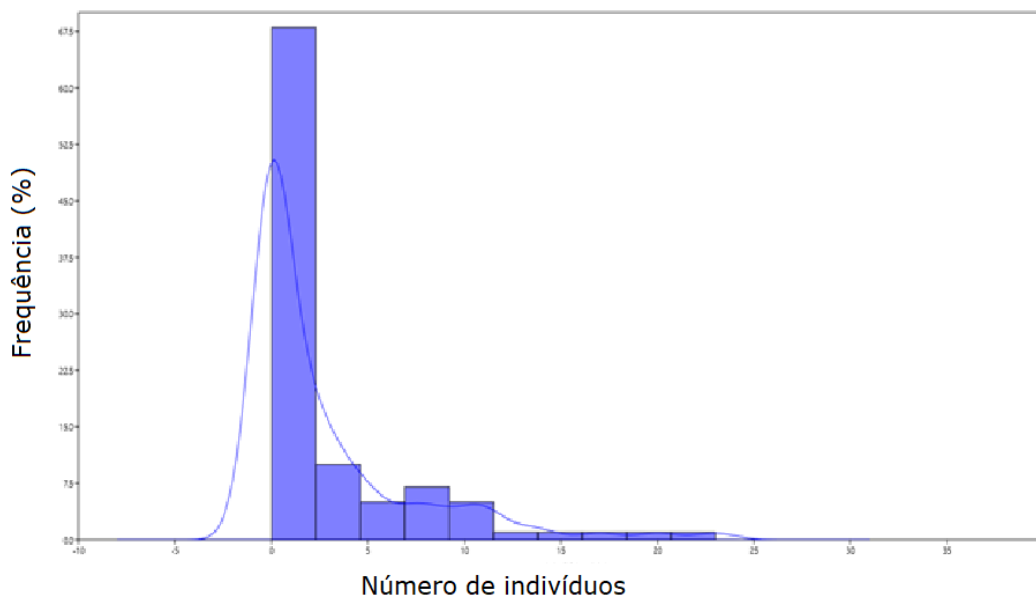
Os índices de agregação utilizados foram a razão variância/média, índice de Morisita, parâmetro  $k$ , coeficiente de agregação. Segundo VIEIRA et al. (2014), por apresentar pouca influência perante as parcelas, o Índice de Morisita (IM) foi utilizado para medir a concentração de indivíduos dentro das parcelas, sendo estimado pela expressão:  $IM = n \cdot (\sum x^2 - N) / N(N - 1)$ , sendo que,  $n$  = número de parcelas amostradas;  $N$  = número total de indivíduos nas parcelas e  $x^2$  = quadrado do número de indivíduos por parcela.

Além disso, as variáveis foram analisadas a partir do *software Past*. Os quais foram realizados os testes T Student, para testar as médias, Fischer, para testar a significância dos dados, e Kolgomorov-Smirnov para testar se os dados possuem distribuição exponencial.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### a) Padrão de distribuição

Na Tabela 1 (anexo no final) pode-se observar o número de indivíduos nos 100 plotes de 4 m<sup>2</sup> amostrados, com total de 278 ind./400m<sup>2</sup>. Este resultado implica dizer que nas duas margens A e B apresenta em média  $2,78 \pm 3,48$  ind./m<sup>2</sup> (Figura 5). Além disso, nota-se que em 54/100 plotes estavam vazios, demonstrando o padrão agregado dos indivíduos, pois em alguns plotes ocorreram concentrações de 20 a 23 ind./plote



**Figura 5** - Abundância (%) da *Piper klotzschianum* por plote de 4m<sup>2</sup> numa mancha localizada a margem do Riacho do Coqueiro PNSI, 2019; (N = 100 plotes, n=278 indivíduos amostrados).

A estimativa da quantidade de indivíduos nas duas manchas soma aproximadamente 1400 indivíduos de *P. klotzschiaum*. Porém, num teste de aleatoriedade para as duas manchas, verificou-se que na mancha A se encontravam 63 indivíduos. ou 1,26 ind./m<sup>2</sup> e na mancha B 215 ind. ou 4,30 ind./m<sup>2</sup>. Quando determinado o índice de agregação IG similar (razão entre a variância/média de indivíduos por plote de 4m<sup>2</sup>) foi encontrado um coeficiente de agregação IgA (6,03) e IgB (7,06) e o índice de Morisita ( $i_d = 3,84$ ). Os testes T Student, análise da variância F (Fischer), Kolgomorov-Smirnov deram que o padrão de distribuição dos indivíduos nas duas margens tem o mesmo padrão ( $p = 0,001$ ), no entanto, este índice qualitativamente



indica que há forte agregação. Em outro teste aplicado para esta população de *P. klotzschianum*, apresentou o Coeficiente de agregação ( $I_{ag} > 1$  ( $I_{ag}=4,48$ ) confirmando a forma agregada.

Conforme Figura 6, a análise realizada no pacote estatístico *Past*, verificou que nas duas margens, as populações possuem o mesmo comportamento de distribuição apesar da abundância na Mancha A ser três vezes menor. Esse tipo de comportamento pode estar associado aos tipos de recursos disponíveis nas diferentes áreas que podem inibir ou favorecer o crescimento e desenvolvimento e também a formação de estolões que ocorre (Gurevitch *et al.* 2009) na *P. klotzschianum*.

Tests for equal means			
<b>Area 1</b>		<b>Area 2</b>	
N:	50	N:	50
Mean:	1,26	Mean:	4,3
95% conf.:	(0,45451 2,0655)	95% conf.:	(2,7347 5,8653)
Variance:	8,0331	Variance:	30,337
Difference between means:		3,04	
95% conf. interval (parametric):		(1,3016 4,7784)	
95% conf. interval (bootstrap):		(1,3 4,7)	
t:	3,4703	p (same mean):	0,00077459
Uneq. var. t:	3,4703	p (same mean):	0,00087517
Monte Carlo permutation:		p (same mean):	0,0008
Critical t value (p=0.05): 1,9845			
Tests for equal variances			
<b>Area 1</b>		<b>Area 2</b>	
N:	50	N:	50
Variance:	8,0331	Variance:	30,337
F:	3,7765	p (same var.):	7,721E-06
Critical F value (p=0.05):			1,7622
Monte Carlo permutation:		p (same var.):	0,0188

**Figura 6** - Testes t “Student” (A) e F “Fischer” (B) realizados no *software Past*, para igualdade das medias e variâncias entre as duas manchas separadas pela estrada no Riacho do Coqueiro, PNSI 2019.

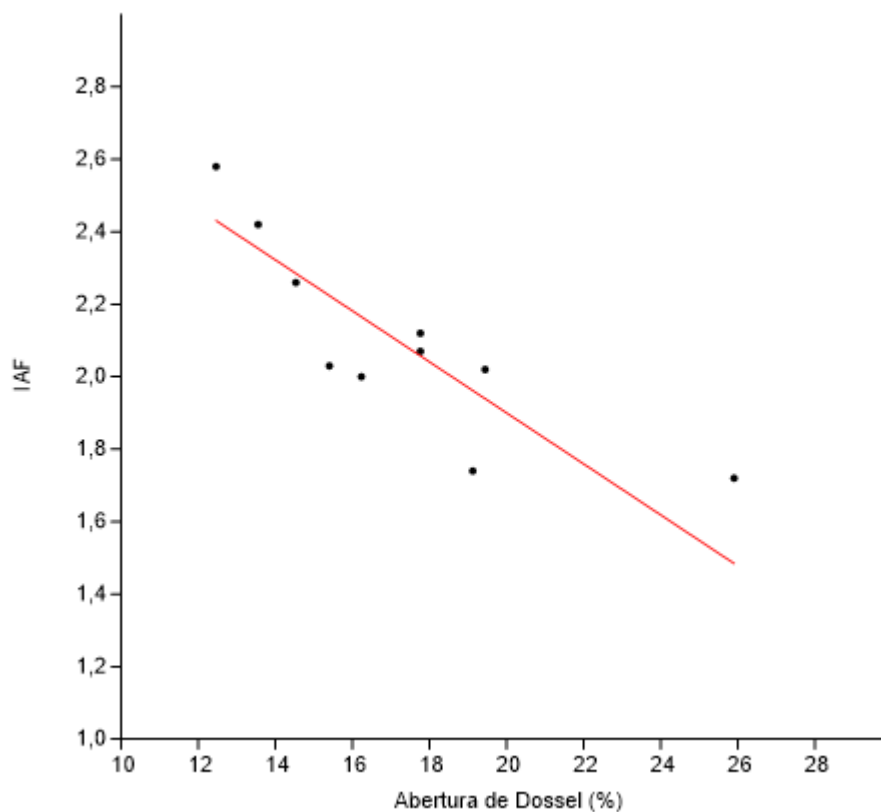
## b) Análise da cobertura e do IAF/LAI

Os resultados demonstraram que os pontos tiveram 26% na variável abertura de Dossel. Quanto ao IAF, observou variação do IAF (1,7 a 2,67). Correlacionando as variáveis, IAF x Dossel, (Figura 7), encontrou correlação significativa e negativa, assim como visto em Dias *et*

al. (2015) ao estudar a mata ripária no Parque Nacional Serra de Itabaiana, ambiente, que de acordo com Dantas & Ribeiro (2010), apresenta vegetação semidecídua com estratificação do dossel mais evidente e cobertura mais densa.

A variação do IAF pode ser devido ao dossel apresentar descontinuidade por conta de espécies com alturas diferentes (Dantas & Ribeiro 2010), pois por ser uma planta de sub-bosque, a *Piper klotzschianum* é adaptada as condições de pouca luminosidade, assim, ela precisa de estratégias para alocação de recursos, aumentando a sua área foliar.

De acordo com Gurevitch *et al.* 2009, plantas expostas a pouca disponibilidade de luz possuem estratégias para aumentar as taxas fotossintéticas e com isso conseguem se desenvolver melhor. Na fotossíntese, plantas de sub-bosque, precisam alocar energia e depende diretamente da cobertura do dossel (Begon *et al.*, 20007).

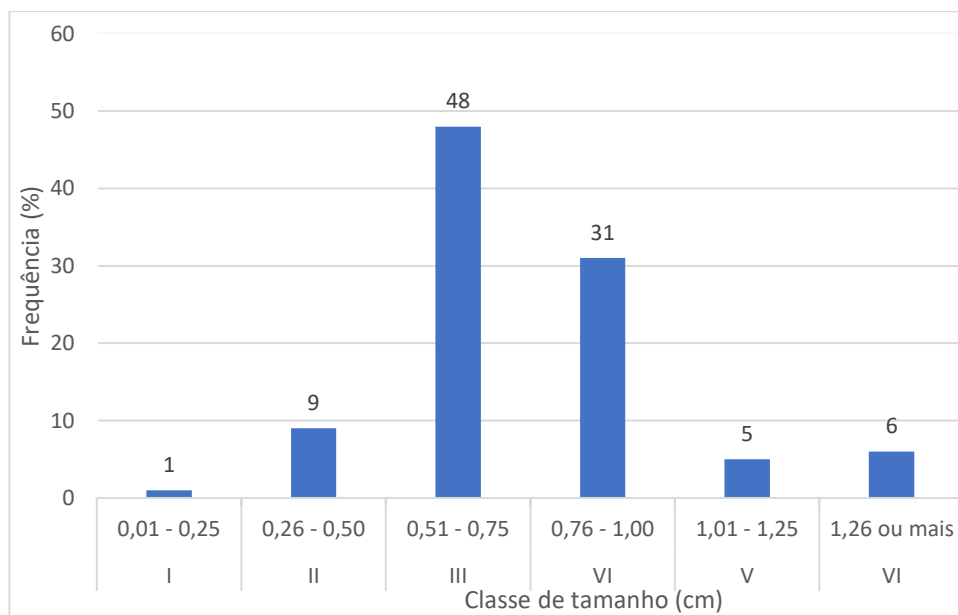


**Figura 7** – Relação entre a Abertura de Dossel (%) e o Índice de Área Foliar ( $r^2 = 0,70$  e  $p < 0,05$ ) da mata do riacho dos Coqueiros, local de ocorrência de uma população de *Piper klotzschianum* Kunth. Amostragem de 10 pontos com 20m equidistantes no Parque Nacional Serra de Itabaiana, período de setembro 2019.

### c) Estrutura da população de *Piper* e relação com a classe de tamanho

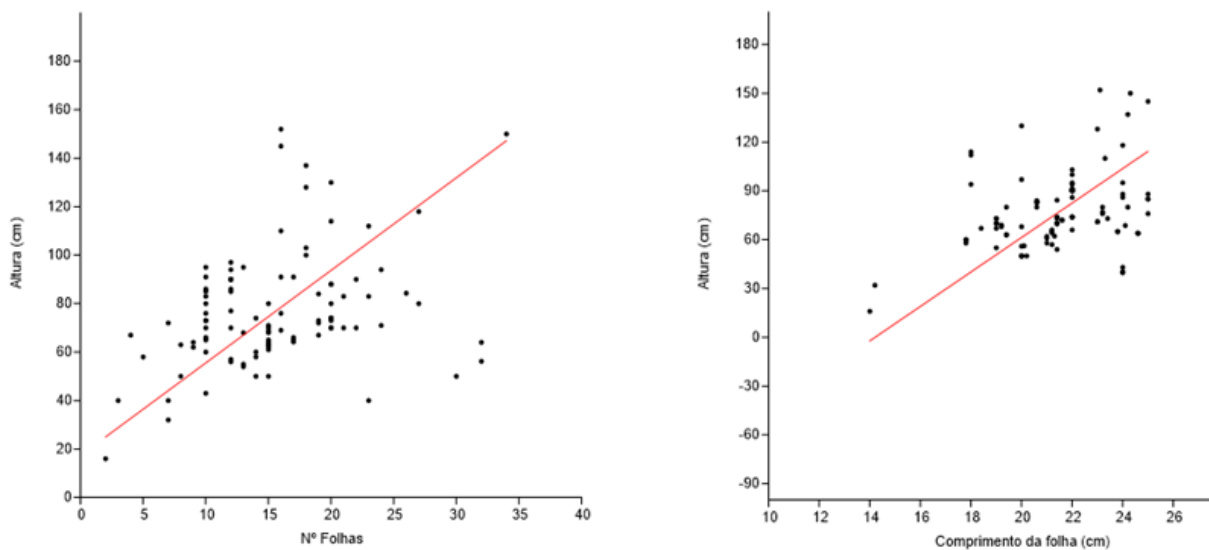
Inicialmente foi utilizado a hipótese de distribuição ontogenética da população pela diferenciação morfológica da planta. Esta espécie escandente tem a estratégia reprodutiva de aumentar os rametes (características de reprodução vegetativa) quando passa para genetes, portanto seu investimento está na eficiência energética, segundo Zhivotovsky 2001, o que explica a forte tendência da agregação otimizando o crescimento em manchas.

E com isso, nota-se na Figura 6 que a *P. klotzschianum* resultou em seis categorias de classe em tamanho, sendo, I com indivíduos com o tamanho entre 0,1-0,25 cm, II entre 0,26-0,50 cm, III entre 0,51-0,75 cm, IV entre 0,76-1,00m, V entre 1,01-1,25m e VI: 1,26 ou mais. Porém, houve pouca variação de tamanho, o que pode impedir uma estruturação ontogenética da população mais acentuada. Categorizar o tamanho de indivíduos contribui para a definição da estrutura ontogenética (Carvalho *et al.* 1999), somente se podermos determinar diferenças significativas entre os estágios de desenvolvimento (Gurevitch *et al.* 2009). Ainda, de acordo com Gurevitch *et al.* 2009, se os indivíduos apresentarem um mesmo padrão, certamente não haverá diferenças nas chances de sobrevivência, desenvolvimento ou rendimento reprodutivo. Com isso, é preciso analisar outros fatores, tais como área foliar, altura da planta, comprimento da folha e o número de folhas (Figura 8).



**Figura 6** – Frequência de altura dos 100 indivíduos da *Piper klotzschianum* Kunth. coletados no Parque Nacional Serra de Itabaiana.

Nota-se na Figura 9. que na relação entre altura e comprimento todas as categorias possuem um mesmo padrão de comprimento, sendo o menor 14 e o maior 26 cm. As plantas maiores possuem folhas maiores devido aos processos que influenciam no desenvolvimento da folha, como a alocação da radiação solar (Gurevitch *et al.* 2009), o que pode estar relacionada diretamente a cobertura do dossel, e a sua oscilação de disponibilidade de luz nas parcelas, podem causar efeito direto na germinação de espécies *Piper* e influenciar na estruturação da comunidade (Bernardes 2007). Sendo assim, é visto que a altura influencia o número de folhas e o seu comprimento, fator que pode ser relacionado ao modelo de alocação de biomassa (Scheffer-Basso *et al.* 2002), pois por ser uma espécie de sub-bosque quanto mais folhas sendo formadas, mais recursos serão reservados para produção de energia, conseqüentemente, o tamanho da folha também aumentará.



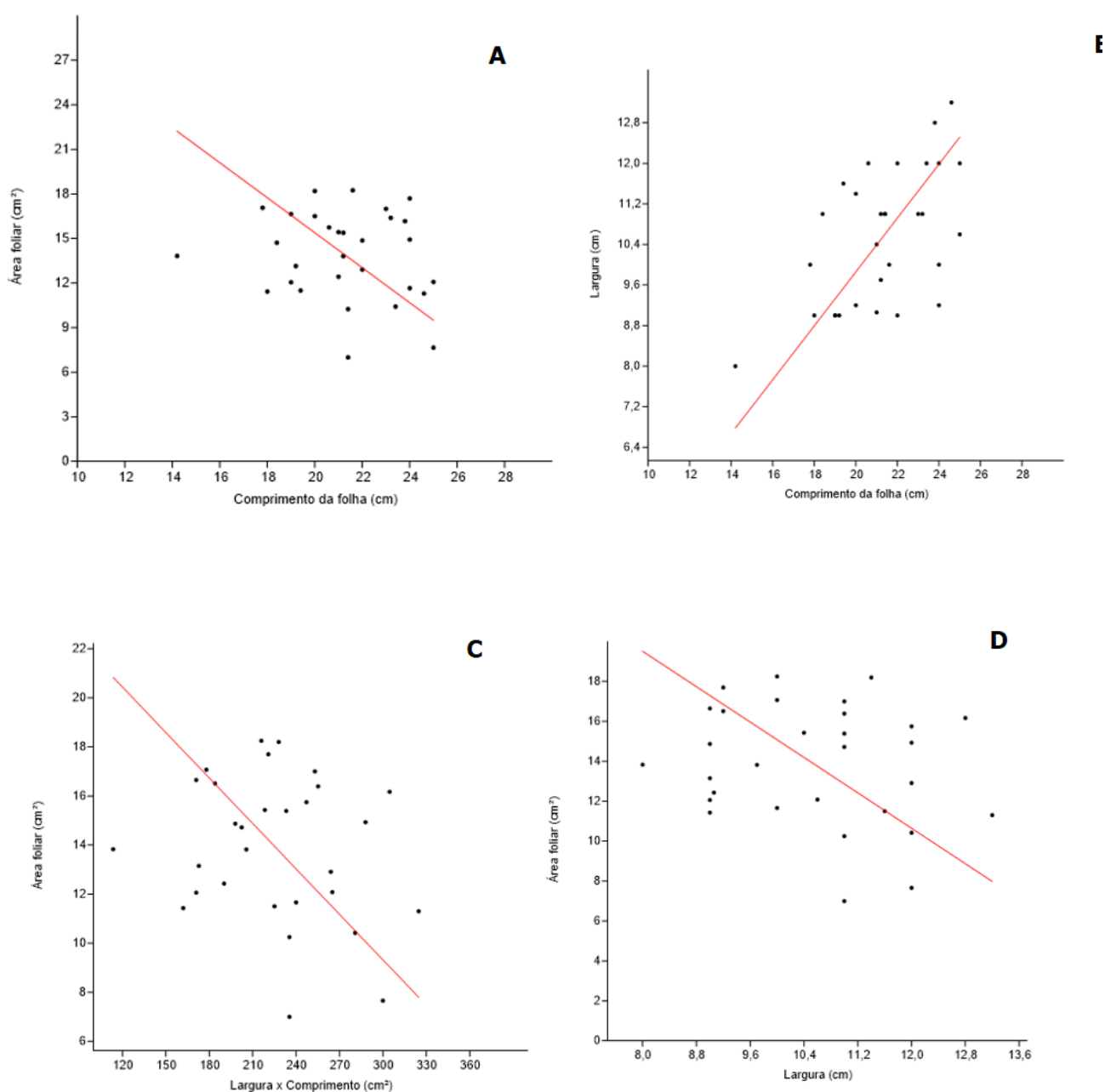
**Figura 9** - Relação entre: a) Altura x Nº de Folhas ( $r^2:0,11$ ); b) Altura x Comprimento da folha ( $r^2:0,10$ ). Dados amostrados de 100 indivíduos da espécie *Piper klotzschianum* Kunth. localizados no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe.

#### **d) Relação plástica e morfológica da folha: área foliar, comprimento e largura da folha**

A determinação da área foliar é um indicador para avaliar o crescimento vegetal e tem sido calculado por modelagens em função das dimensões foliares, através de processamento de fotos digitais, os quais são considerados precisos, e as relações entre área foliar (AF),

comprimento da folha (C) e largura da folha (L) tem apresentado um maior coeficiente em determinação (Sans *et al.* 1998; Filho *et al.* 2015; Lima *et al.* 2012), como ser visto na Figura 10.

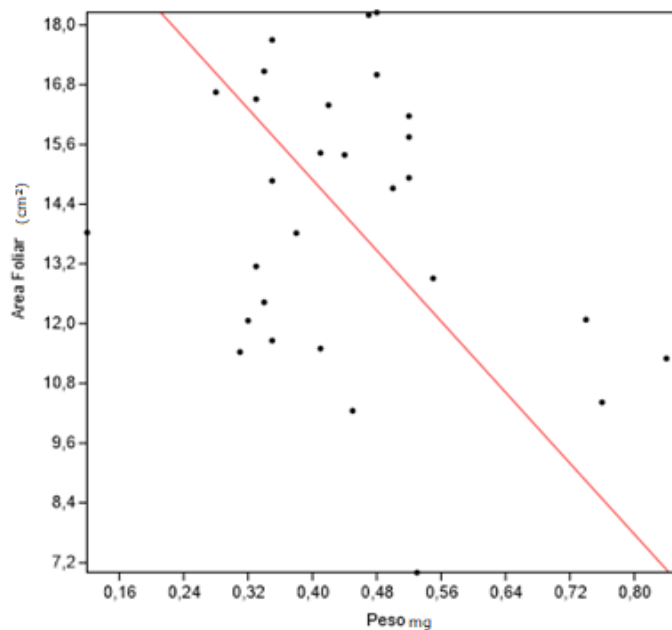
Todos os indivíduos apresentaram valores pouco variáveis tanto para a largura quanto para o comprimento das folhas. O método de dimensões foliares mostrou ser mais preciso na estimativa da área foliar, o que pode ser dito que a relação entre a relação entre  $C \times L$  é adequado para estimar a área foliar da espécie *Piper klotzschianum*, como visto em Filho *et al.* 2015.



**Figura 10** – **A**- Relação entre Área foliar e Comprimento da folha ( $r^2=0,02$  e  $p=0,40$ ); **B**- Largura x Comprimento ( $r^2=0,32$  e  $p=0,0009$ ); **C**- Área foliar e o produto entre Comprimento e Largura ( $r^2=0,04$  e  $p=0,26$ ); **D**- Área foliar x Largura ( $r^2=0,03$  e  $p=0,34$ ). Dados amostrados de 30 indivíduos da espécie *Piper klotzschianum* Kunth, localizados no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe.

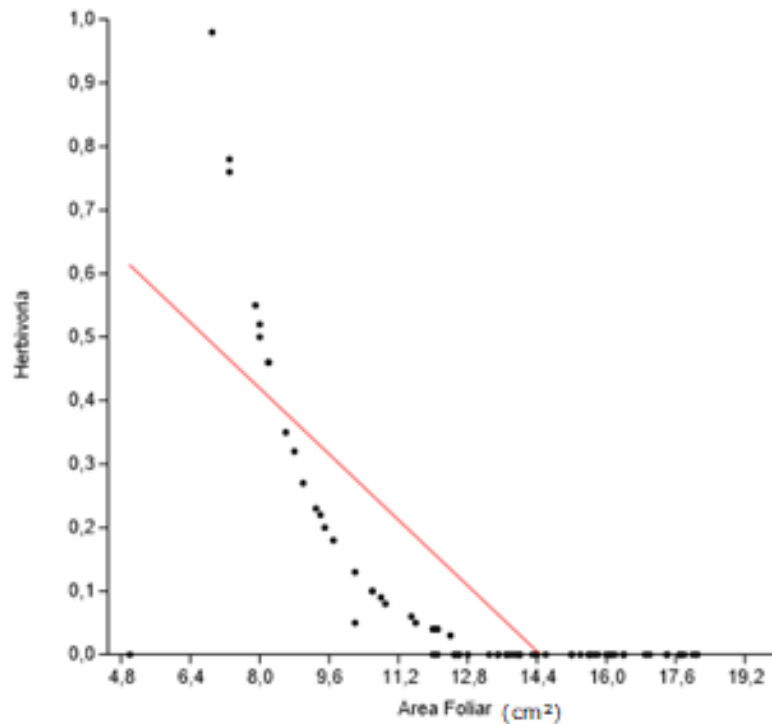
#### e) Relação área foliar, biomassa foliar e de herbivoria.

Houve uma baixa correlação negativa entre a área foliar e a biomassa seca (Figura 11), com 85% dessa relação sendo explicado por outros fatores. De acordo com o estudo realizado por Machado *et al.* 2013, o efeito da secagem dos indivíduos do gênero *Piper* pode ser um fator que influencia na diminuição da área foliar, pois há perdas de componentes químicos, diminuindo sua área foliar.



**Figura 11** - Relação entre a Área foliar x Peso ( $r^2 = 0,15$ ,  $p = 0,02$ ) de 30 indivíduos da *Piper klotzschianum* Kunth, coletados no Parque Nacional Serra Itabaiana, Sergipe.

Não houve influência da herbivoria na área foliar (Figura 12), porém este resultado pode ser explicado pela idade fisiológica das folhas, pois quanto mais velha, maior quantidade de compostos sesquiterpenicos e outro terpenos (Lima *et al.* 2019). Além disso, condição biológica como a herbivoria pode afetar diretamente o índice área foliar (Gurevich *et al.* 2009).



**Figura 12** - Relação entre a área foliar e a herbivoria em 70 indivíduos amostrados da espécie *Piper klotzschianum* Kunth, coletados no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe.

## 7. CONCLUSÃO

Considerando a hipótese inicial de que haveria diferenciação no desenvolvimento morfológico em função do tamanho da planta, foi apresentado que a semelhança entre os indivíduos jovens e adultos, quantos aos critérios tamanho e forma da folha, não permitiu a construção da estrutura desejada, no qual haveria diferença significativa em indivíduos de tamanhos diferentes. Por conta dos valores encontrados serem semelhantes nas dimensões foliares, a distribuição foi realizada por classes de tamanho, e assim propomos uma estrutura populacional em seis categorias de tamanho.

Foi possível observar que o resultado da relação entre a cobertura do dossel e o índice de área folia pode ser devido aos fatores do ambiente em si, como a vegetação semidecídua que proporciona uma cobertura do dossel densa e a variação do IAF relacionada as espécies de tamanhos diferentes ao redor da *Piper klotzschianum*. Além disso, nossos resultados indicam que a partir dos indivíduos analisados houve relações muito semelhantes entre as dimensões foliares nas diferentes classes de altura.

A estrutura populacional desta espécie que pode ter sido afetada pelo crescimento vegetativo. Concluímos que a prevalência de reprodução vegetativa no padrão de distribuição altamente agregada da *Piper klotzschianum* é o fator principal na formação das manchas.

A biomassa foliar da *Piper* foi um dos interesses na produção de óleo essencial no sub-bosque corrobora com a ideia de que folhas no sub-bosque precisam de áreas maiores para maior alocação de energia para conseguirem se desenvolver com pouca disponibilidade de luz.

Portanto, este estudo foi importante para reforçar a ideia das pesquisas do capital natural em Unidades de Conservação de Sergipe. Ao contrário do pensamento estrito da conservação as unidades de conservação pode ser útil futuramente.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL M.K.; PÉLLICO N. S.; LINGNAU C.; FIGUEIREDO F. A. 2015. Evaluation of the Morisita index for determination of the spatial distribution of species in a fragment of Araucaria Forest. *Appl Ecol Env Res* 13(2): 361-372.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2007. *Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas*. 4ªed, Artmed, Porto Alegre. p. 58-77;165-170.
- BERNACCI, L. C.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. 2008. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). *Acta Bot. Bras.*, São Paulo , v. 22, n. 1, p. 119-130.
- BERNARDES, C. 2007. Influência da heterogeneidade ambiental e da distância geográfica na composição de espécies do gênero *Piper* (Piperaceae) em floresta de terra firme no interflúvio Madeira- Purus, Amazônia Central. 2007. 69 f. Tese (Mestre em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. *Field and laboratory methods for general ecology*. W.C. Brown Company, Iowa.
- COSTA, D. L.; GAMA, J. R. V.; SANTOS, M. F.; RIBEIRO, R. B. S.; MELO, L. O.; FLORES, O. M. M.; SILVA, H. K. M.; CRUZ, G. S. 2017. Estrutura populacional de *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma na reserva extrativista tapajós-arapiuns. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, p. 381-389.
- DANTAS T.V.P. & RIBEIRO A.S. 2010. Caracterização da vegetação do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe - Brasil. *Biotemas*, 23(4): 9–18.
- DANTAS, T. V. P.; NASCIMENTO-JÚNIOR, J. E.; RIBEIRO, A. S.; PRATA, A. P. N. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, v. 33, n. 4, p. 575-588.
- DIAS, D.; PAGOTTO, M.; PEREIRA, T.; Ribeiro, A. 2017. Estrutura arbórea e sazonalidade da cobertura do dossel em vegetação florestada e aberta no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Ciência Florestal*, 27(2), 719-729.

- DYER, L.A.; PALMER, A.D.N. 2004. Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology and evolution. New York: Kluwer Academic: Plenum Publishers, p. 228.
- FILHO, A. C.; TOEBE, M.; BURIN, C.; KLEINPAUL, J. A. 2015. Estimação da área foliar de canola por dimensões foliares. *Bragantia*, Campinas, v. 74, n. 2, p. 139-148.
- FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 21 Abril 2019.
- FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. 2014. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas de um trecho de floresta estacional semidecidual da Serra da Concórdia, RJ. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 44, n. 2, p. 259 – 270.
- GOGOSZ, A. M.; BOEGER, M. R. T.; NEGRELLE, R. R. B.; BERGO, C. 2012. Anatomia foliar comparativa de nove espécies do gênero *Piper* (Piperaceae). *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 405-417.
- GUIMARAES, E. F.; GIORDANO, L. C. S. 2004. *Piperaceae* do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 21-46.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. 2009. *Ecologia. Vegetal*. 2a ed. Artmed, Porto Alegre. 37-110 p.
- HUBER, H., LUKÁCS, S. & WATSON, M.A. 1999. Estrutura espacial de ervas estoloníferas: uma interação entre blue-print estrutural, ontogenia e plasticidade fenotípica. *Plant Ecology* 141, 107-115.
- JARAMILLO, M. A.; MANOS, P. S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). *American Journal of Botany*, v. 88, n. 4, p. 706-716.
- JARAMILLO, M. A.; MARQUIS, R. 2004. Future Research in Piper Biology. In: L. Dyer (ed.), *Piper. A model genus for studies of chemistry, ecology, and evolution*. Kluwer Academic Press, pp. 199-203.
- LE ROUX, P. C.; SHAW, J. D.; CHOWN, S. L. 2013. Ontogenetic shifts in plant interactions vary with environmental severity and affect population structure. *New Phytol.* 200, 241–250.

- LIMA R.F.; RIBEIRO A.S.; CARDOSO'FILHO, L.; VEDOY D.; ALVES P.B. 2019. Extraction from Leaves of *Piper klotzschianum* using Supercritical Carbon Dioxide and Co-Solvents The Journal of Supercritical Fluids v. 147, p. 205-212.
- LIMA, R. T.; SOUZA, P. J. O. P.; RODRIGUES, J. C.; LIMA, M. J. A. 2012. Modelos para estimativa da área foliar da mangueira utilizando medidas lineares. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 974-980, Dec.
- LIMA, V. M. M.; QUEIROZ, G. A. ; GUIMARAES, E. F. ; SOUZA, U. C. ; SILVA, J. C. ; MOREIRA, D. L. ; RAMOS, Y. G. 2017. Avaliações Morfométricas e Farmacognósticas de *Piper mollicomum* Kunth (Piperaceae). Cap. 12, p. 135-148.
- MAGNAGO, L. F. S., ROCHA, M. F., MEYER, L., MARTINS, S. V., MEIRA-NETO, J. A. A. 2015. Microclimatic conditions at forest edges have significant impacts on vegetation structure in large Atlantic forest fragments. Biodiversity and Conservation 24:2305–2318.
- MARQUIS, R. J. 2004. The biogeography of Neotropical Piper. In: L. Dyer (ed.), Piper. A model genus for studies of chemistry, ecology, and evolution. Kluwer Academic Press, pp. 78-96.
- MELLO, M. A. R. 2002. Distribuição espacial de plantas em florestas Neotropicais. 15 f. Monografia (Disciplina: Ecologia de Populações de Plantas – NT238) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MIRANDA-MELO, A.A.; MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrado no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 30(3): 501-507.
- NASCIMENTO, J. C. 2011. Estudo Químico E Avaliação Biológica De *Piper klotzschianum* Kunth (Piperaceae) E *Croton grewoides* Baill (Euphorbiaceae). 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - Universidade Federal da Bahia, Bahia.
- PORTELA, R. C. Q. & SANTOS, F. A. M. 2011. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. Revista Brasileira de Botânica 34:523–535.
- ROGERS, H. M & HARTEMINK, A . E. 2000. Soil seed bank and growth rates of an invasive species, *Piper aduncum*, in the lowlands of Papua New Guinea. Journal of Tropical Ecology, 16: 243 – 251.

- SANS, L. M. A.; PELLEGRIN, L. A. 1998. Método simples para estimar a área foliar da cultura do sorgo In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. Anais... Recife: ABMS.
- SANTOS, S.F. & SOUZA, A.F. 2007. Estrutura populacional de *Syagrus romanzoffiana* em uma floresta ripícola sujeita ao pastejo pelo gado. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, 5 (1): 591-593.
- SCHEFFER-BASSO, Simone Meredith; JACQUES, Aino Victor Ávila; DALL' AGNOL, Miguel. 2002. Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba , v. 59, n. 4, p. 629-634.
- SILVA, A.C.C.; OLIVEIRA, E.V.S.; ALVES, M.; FARIAS, M.C.V.; MOTA, A.C.; SOUZA, C.A.S.; PRATA, A.P.N. 2019. Lista atualizada da flora vascular do Parque Nacional (PARNA) Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza, 3(1): 40–67.
- SILVA, J.A.; OLIVEIRA, F.F.; GUEDES, E.S.; BITTENCOURT, M.A.L.; OLIVEIRA, R.A. 2014. Antioxidant activity of *Piper arboreum*, *Piper dilatatum*, and *Piper divaricatum*. Rev. bras. plantas med., Botucatu , v. 16, n. 3, p. 700-706.
- SOUZA L.A.; MOSCHETA I.S.; MOURÃO K.S.M.; ALBIERO A.L.M.; IWASAKI M.C.; OLIVEIRA J.H.G.; ROSA S.M. 2009. Vegetative propagation in Piperaceae species. Braz. arch. biol. technol., Curitiba, v. 52, n. 6, p. 1357-1361.
- VALENTIN-SILVA A.; STAGGEMEIER V.G.; BATALHA M.A.; GUIMARÃES E. 2018. What factors can influence the reproductive phenology of Neotropical Piper species (Piperaceae) in a semi-deciduous seasonal forest? Botany 96:675–684.
- ZHIVOTOVSKY, L.A. 2001. Estimating divergence time and the use of microsatellite genetic distances: Impacts of population growth and gene flow. 2001. Mol Biol Evol. 18(5):700-9.

**Tabela 1.** Distribuição dos indivíduos da *Piper klotzschianum* Kunth em duas manchas (A e B) amostradas em 100 plotes de 2m x 2m (4m<sup>2</sup>), 50 em cada margem, localizado na mata do Riacho do Coqueiro Parque Nacional Serra de Itabaiana, Brasil, [lat: -10.775278 long: -37.337878 WGS84].

<b>Plots</b>	<b>Indivíduos (Lado A)</b>	<b>Indivíduos (Lado B)</b>
1	5	11
2	3	2
3	1	9
4	2	10
5	0	5
6	0	8
7	0	2
8	0	0
9	0	0
10	0	7
11	0	8
12	0	13
13	0	11
14	0	3
15	0	3
16	0	2
17	0	2
18	0	0
19	0	0
20	2	0
21	3	4
22	2	2
23	7	4
24	0	0
25	0	3
26	0	5
27	0	0
28	0	0
29	5	2
30	14	1
31	0	9
32	0	17
33	0	7
34	0	5
35	0	3
36	4	2
37	3	1
38	0	0
39	0	0
40	1	20
41	0	23
42	0	11
43	0	0
44	0	0
45	0	0
46	0	0
47	11	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0

