

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA MARTINS PEREIRA

INFLUÊNCIA DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA *Hedychium coronarium*  
J.KOENIG SOBRE A FLORÍSTICA E ESTRUTURA DOS ESTRATOS HERBÁCEO  
E REGENERATIVO LENHOSO DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM CURITIBA, PR

CURITIBA

2022

LARISSA MARTINS PEREIRA

INFLUÊNCIA DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA *Hedychium coronarium*  
J.KOENIG SOBRE A FLORÍSTICA E ESTRUTURA DOS ESTRATOS HERBÁCEO  
E REGENERATIVO LENHOSO DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM CURITIBA, PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

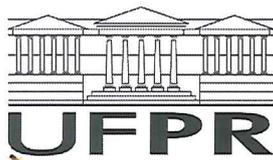
Orientador: Prof. Dr. Christopher Thomas Blum

Coorientador: Felipe Manzoni Barbosa

Coorientadora: Kyvia Pontes Teixeira das Chagas

CURITIBA

2022

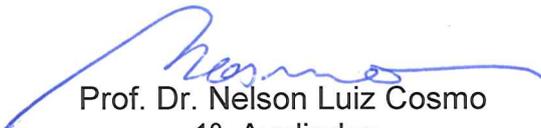


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

## PARECER

Defesa nº 290

A Banca Examinadora, instituída pelo Colegiado do Curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir **Larissa Martins Pereira** em relação ao seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Influência da espécie exótica invasora *Hedychium coronarium* J.Koenig sobre a florística e estrutura dos estratos herbáceo e regenerativo lenhoso de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Curitiba, PR**, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** na Disciplina ENGF010 - Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal, condicionada a entrega da versão final corrigida.

  
Prof. Dr. Nelson Luiz Cosmo  
1º. Avaliador

Profa. Me. Janaina Gabriela Larsen  
2ª. Avaliadora



  
Prof. Dr. Christopher Thomas Blum  
Orientador - Presidente da Banca

Curitiba, 06 de maio de 2022.

  
Prof. Dr. Allan Libanio Pelissari  
Vice-Coordenador do Curso de Engenharia Florestal em exercício

## RESUMO

Invasões biológicas potencializam a perda de biodiversidade da flora, além de causarem danos econômicos, sociais e culturais. A espécie herbácea rizomatosa *Hedychium coronarium* é uma exótica de origem asiática que ocorre como invasora na maioria dos estados do Brasil. Multiplica-se majoritariamente por propagação vegetativa, formando densas populações homogêneas que limitam a regeneração natural de outras espécies. O objetivo do estudo foi avaliar a influência de *H. coronarium* sobre as comunidades de herbáceas terrícolas e de regeneração natural de lenhosas em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Curitiba - PR. As comunidades foram amostradas considerando-se dois tratamentos: (T1) locais com predomínio de *H. coronarium* (cobertura >60%); (T2) locais sem predomínio de *H. coronarium* (cobertura <30%). A amostragem foi realizada em quatro locais com condições ecológicas semelhantes no sub-bosque da floresta, em cada local foram instaladas seis parcelas de 1x1 m por tratamento. Nas parcelas foram registradas duas sinúcias: i) espécies herbáceas vasculares, com estimativa de cobertura e medição da altura total; ii) plântulas de espécies lenhosas entre 15 cm e 130 cm de altura, sendo mensurada a densidade da espécie e a altura total de cada indivíduo. A composição florística e abundância de espécies foi comparada pelo método nMDS entre os tratamentos. O efeito da cobertura de *H. coronarium* nos atributos abundância, riqueza e densidade foi testado pelo ajuste de modelos de regressão funções GLM com distribuição Poisson e em seguida foram calculados os descritores fitossociológicos para cada local estudado. No T1 *H. coronarium* apresentou cobertura média de 78,06%, sendo registradas quatro espécies herbáceas nativas e 23 lenhosas nativas. No T2 a cobertura média da invasora foi de 6,29%, com registro de 20 herbáceas nativas e 39 lenhosas nativas. A herbácea nativa mais representativa foi *Thelypteris* sp., e dentre as lenhosas destacou-se *Myrcia laruotteana* por sua frequência e abundância. A densidade total das lenhosas no T1 foi aproximadamente quatro vezes menor que no T2, mostrando que a elevada densidade de *H. coronarium* exerce influência negativa nas comunidades vegetais nativas. Os locais estudados possuem diferenças estruturais em função da cobertura de lírio. A alta cobertura da espécie invasora influencia negativamente na riqueza de espécies, no número de indivíduos e na altura das espécies de regeneração.

Palavras-chave: Fitossociologia. Invasão biológica. Floresta aluvial. Lírio do brejo.

## ABSTRACT

Biological invasions potentiate the loss of flora biodiversity, as well as causing economic, social, and cultural damage. The rhizomatous herbaceous species *Hedychium coronarium* is an exotic of Asian origin that occurs as invasive in most states in Brazil. It multiplies mostly by vegetative propagation, forming dense homogenous populations that limits the natural regeneration of other species. The objective of this study was to evaluate the influence of *H. coronarium* on terrestrial herbaceous communities and natural regeneration of woody plants in a remnant of Alluvial Mixed Ombrophylous Forest in Curitiba - PR. Communities were sampled considering two treatments: (T1) sites with *H. coronarium* predominance (cover>60%); (T2) sites without *H. coronarium* predominance (cover<30%). Sampling was performed at four sites with similar ecological conditions in the forest understory, at each site six 1x1 m plots were installed per treatment. Two synusia were defined in the plots: i) herbaceous vascular species, with estimates of cover and measurement of total height; ii) seedlings of woody species between 15 cm and 130 cm tall, measuring the density of the species and the total height of each individual. Floristic composition and species abundance was compared by the nMDS method among treatments. The effect of *H. coronarium* cover on abundance, richness and density was tested by fitting GLM regression models with Poisson distribution and then the phytosociological descriptors were calculated for each site studied. The sites studied have structural differences as a function of lily cover. The high cover of the invasive species negatively influences the species richness, the number of individuals and the height of the regeneration species. In T1 *H. coronarium* had an average cover of 78,06%, with four native herbaceous species and 23 native woody species. In T2, the average cover of the invasive species was 6,29%, with 20 native herbaceous and 39 woody native species. The most representative native herbaceous was *Thelypteris* sp. and among the woody *Myrcia laruotteana* stood out for its frequency and abundance. The total density of woody plants in T1 was approximately four times lower than in T2, showing that the high density of *H. coronarium* has a negative influence on native plant communities. Through statistical analysis by nMDS it is concluded that the treatment sites are different from each other and therefore can be studied separately.

Keywords: Phytosociology. Biological invasion. Alluvial forest. White Ginger Lily.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, REMANESCENTE DE FLORESTA NO CAMPUS JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ .....	12
FIGURA 2 – ESQUEMA DE DELINEAMENTO AMOSTRAL, REPRESENTANDO AS SEIS PARCELAS DENTRO DE CADA TRATAMENTO (T1 E T2) .....	13

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS 1 E 2 – RESULTADO DA ANÁLISE nMDS, COMPARAÇÃO DOS DOIS TRATAMENTOS EM RELAÇÃO À (1) COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E (2) ESTRUTURA, POR JACARD E BRAY-CURTIS, RESPECTIVAMENTE. “CONTROLE”: TRATAMENTO 1 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA >60%), “LÍRIO”: TRATAMENTO 2 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA <30%) .....	16
GRÁFICO 3 – PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO TRATAMENTO 1 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA >60%), FR: FREQUÊNCIA RELATIVA, DR: DENSIDADE RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO .....	17
GRÁFICO 4 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO TRATAMENTO 2 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA <30%), FR: FREQUÊNCIA RELATIVA, DR: DENSIDADE RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO .....	18
GRÁFICO 5 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS DO TRATAMENTO 1 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA >60%), RF: FREQUÊNCIA RELATIVA, RCo: COBERTURA RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO .....	19
GRÁFICO 6 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS DO TRATAMENTO 2 ( <i>H. coronarium</i> COBERTURA <30%), RF: FREQUÊNCIA RELATIVA, RCo: COBERTURA RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO .....	19
GRÁFICOS 7, 8 E 9 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA ESTIMADO PARA PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA FLORESTA REFERENTE À COBERTURA DE <i>Hedychium coronarium</i> . (A) ALTURA MÉDIA DE HERBÁCEAS E LENHOSAS, (B) RIQUEZA DE HERBÁCEAS E LENHOSAS, (C) ABUNDÂNCIA DE LENHOSAS.....	21
GRÁFICOS 10 E 11 – DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, COBERTURA E NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS ÁREAS DE ESTUDO .....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1 OBJETIVOS .....	8
1.1.1 Objetivo geral .....	8
1.1.2 Objetivos específicos.....	8
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2 MÉTODOS .....	13
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	14
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A perda de biodiversidade, assim como outras perturbações sofridas pelos ecossistemas, pode ser potencializada pela disseminação de espécies exóticas invasoras, cuja característica é ocupar novas áreas de distribuição, diferentes da sua área natural de ocorrência, aumentando a população de maneira descontrolada, alterando os ambientes invadidos e causando danos de diversas naturezas (DISLICH *et al.*, 2002; GISP, 2005). Este fenômeno é denominado invasão biológica, com tendência crescente e diretamente relacionada à expansão da humanidade (DISLICH *et al.*, 2002). Algumas características aumentam o potencial de invasão de uma espécie, como a produção de sementes em grande quantidade, crescimento rápido e plasticidade ecológica (ZILLER, 2001).

Uma das espécies exóticas invasoras amplamente distribuídas no Brasil é a herbácea lírio do brejo (*Hedychium coronarium* J. Koenig) (SOUZA & LORENZI, 2008; FLORA DO BRASIL, 2019). Esta espécie foi introduzida a partir de países asiáticos, possivelmente com finalidade ornamental devido ao fato das flores serem atrativas e perfumadas, ou como cama para os escravos que eram transportados em navios negreiros, os quais aportavam no litoral e possibilitavam o contato da planta com novos territórios (KISSMANN, 1991 *apud* CASTRO *et al.*). Além disso, *H. coronarium* possui grande vigor de crescimento, sua multiplicação se dá geralmente por propagação vegetativa com ocorrência majoritariamente em ambientes palustres (NUNES *et al.*, 2019).

Ao invadir sub-bosques *H. coronarium* forma densas colônias, seus rizomas se concentram na superfície do solo e dificultam o enraizamento de outras espécies (PINHEIRO, 2018). Os impactos causados pela espécie incluem sombreamento de herbáceas e plântulas lenhosas, competição por recursos e obstrução de cursos hídricos acarretando no desvirtuamento do processo de sucessão natural do ambiente florestal, o que prejudica as espécies nativas que ocupariam esse habitat (MACIEL, 2011).

Espécies exóticas invasoras são consideradas como influências diretas na perda de biodiversidade global (IPBES, 2019). Na Floresta Ombrófila Mista, estudos de identificação e quantificação dessas espécies biodiversidade têm sido frequentes (LIMA *et al.*, 2021; SPIAZZI *et al.*, 2017; TELEGINSKI *et al.*, 2019), porém, poucos estudos descrevem os impactos na estrutura e composição das áreas invadidas

Deste modo, o presente estudo tem como hipótese: a incidência da espécie reduz a abundância e riqueza da regeneração natural de lenhosas?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da espécie exótica invasora *Hedychium coronarium* sobre a comunidade herbácea terrícola, bem como sobre a regeneração natural da comunidade lenhosa, em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, em Curitiba.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Levantamento da composição florística de espécies herbáceas terrícolas e lenhosas da regeneração natural em locais com diferentes níveis de ocupação por *Hedychium coronarium*;
- Análise dos parâmetros fitossociológicos para os dois tratamentos;
- Caracterizar a influência da espécie exótica invasora sobre as sinúcias estudadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13% do território brasileiro e é considerado, após a floresta Amazônica, o segundo mais biodiverso no país (IBGE, 2019) e considerado como um *hotspot*, área com grande riqueza de espécies e elevada pressão antrópica, devendo ter prioridade para a conservação da natureza em nível mundial (IBGE, 2014). No entanto, é o bioma brasileiro sob maior ameaça, com 76% de sua já desflorestada (CNCFlora, 2013). Essa degradação promove diminuição da diversidade de espécies nativas, comprometendo as funções ecológicas das espécies e do ecossistema, tornando propício o processo de invasão biológica (PERRINGS; MOONEY; WILLIAMSON, 2010).

A invasão biológica é o processo pelo qual um organismo ocupa um ecossistema fora de sua área de distribuição geográfica, se dispersando e ocupando o novo ambiente, alterando o funcionamento natural e competindo por recursos com as espécies nativas (GISP, 2005). A invasão causada por espécies exóticas é a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade (ZILLER, 2001).

Espécie exótica é aquela que está presente fora de sua área de distribuição natural, com introdução ocasionada intencional ou acidentalmente pelo ser humano. Já espécie exótica invasora é aquela que se desenvolve e avança sobre populações locais, acarretando danos aos habitats naturais, além de impactos econômicos, sociais e/ou culturais (GISP, 2005; IAP, 2015). Os estudos relacionados à biologia e ecologia de espécies invasoras são necessários para a avaliação dos reflexos negativos que estas plantas podem causar sobre a biodiversidade local e regional, principalmente em regiões de grande diversidade biológica, como a Mata Atlântica (SANTOS et al., 2005 apud PITELLI, 1998).

As espécies exóticas invasoras abrangem diversos grupos taxonômicos, como fungos, vírus, musgos, invertebrados, peixes, anfíbios e plantas, entre outros (GISP, 2005). Segundo a mesma fonte, em relação às plantas, o potencial invasor é definido, na maioria dos casos, pelo curto período de maturação, rápido crescimento e capacidade de competição. Williamson e Fitter (1996) também descreveram como características a alta capacidade que as espécies possuem de se adaptarem a novos ambientes logo que são introduzidas, e a possível falta de competição que favorece a invasão.

As Unidades de Conservação (UC) são o principal método para conservação da biodiversidade em grande parte do mundo (LEVERINGTON *et al.*, 2010), porém, há ocorrência de espécies exóticas invasoras nesses ambientes, podendo causar impactos negativos no ecossistema e também implicações econômicas em relação ao turismo e custos para o controle (SAKAI *et al.*, 2001).

Segundo a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná (IAP, 2015), *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae) é reconhecida como uma espécie exótica invasora de categoria I, tendo proibido seu transporte, translocação, cultivo, propagação, comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma. A família Zingiberaceae possui distribuição pantropical, com cerca de 50 gêneros e 1.100 espécies, sendo apenas o gênero *Renealmia* nativo do Brasil (SOUZA & LORENZI, 2008).

Também conhecida como lírio-do-brejo ou gengibre-bravo, *H. coronarium* possui origem na Ásia, e ocupou áreas alagáveis da América Tropical, sendo uma das espécies exóticas invasoras mais frequentes nesse tipo de ambiente no Brasil (SOUZA & LORENZI, 2008). Apresenta ocorrência confirmada na maioria das regiões do País, exceto em alguns estados da região Norte e Nordeste (FLORA DO BRASIL, 2019).

A espécie é uma herbácea que pode atingir até 2,5 m de altura, caule cilíndrico e ereto, com base avermelhada e rizomas abundantes, enquanto as folhas são simples, lanceoladas, com até 80 cm de comprimento e 15 cm de largura (SANTOS *et al.*, 2005; IAP, 2019). Ainda de acordo com estes autores, suas flores são atrativas, brancas e perfumadas, dispostas em espigas, enquanto os frutos são carnosos do tipo baga, lisos, tornando-se alaranjados quando maduros, com sementes vermelhas de formato ovalado, com 6 mm de espessura e 4 mm de comprimento. Segundo Blum *et al.* (2005), é uma espécie altamente tolerante a sombra, e se desenvolve geralmente em ambientes com solo úmido, formando populações homogêneas e com alta densidade, que limitam seriamente a regeneração natural de outras espécies.

Os indivíduos multiplicam-se principalmente por propagação vegetativa, por meio da expansão dos rizomas (BLUM *et al.*, 2005). Por outro lado, os frutos da espécie podem ser dispersos por longas distâncias, por meio de pássaros e morcegos (CIELO-FILHO & SANTIN, 2002), e a polinização é geralmente feita por mariposas noturnas (GUERRERO, 2018).

O controle mecânico baseado em corte raso não supre a necessidade de controle da espécie na Mata Atlântica, porém, é mais eficiente do que práticas de arranquio mensal e arranquio único (MACIEL, 2011). A autora também confirma a possibilidade de reinvasão por outras espécies durante o processo de erradicação de *H. coronarium*.

Dechoum e Ziller (2013) testaram métodos para controle de *H. coronarium* em Santa Catarina por meio de controle mecânico e aplicação de variados herbicidas em diferentes partes da planta, porém, a mortalidade não atingiu 100% em nenhum dos tratamentos. O melhor resultado, mortalidade superior a 95%, foi obtido no tratamento de aspersão foliar de herbicida à base de Triclopir e Fluroxipir em diluição de 2% (DECHOUM & ZILLER, 2013). As autoras observaram rebrotas em todos os tratamentos, concluindo que seriam necessárias quatro aplicações ou mais para erradicação da invasão.

Em virtude da ocupação avançada em alguns ambientes, assim como pelos impactos gerados, *Hedychium coronarium* tem sido foco de algumas pesquisas com enfoque em autoecologia e fenologia (SANTOS et al., 2005; CASTRO, 2014), além da busca por métodos para o controle mecânico e erradicação (MACIEL, 2011) e analisando as estratégias de invasão da espécie (COSTA, 2018). Com abordagem distintas, Rodrigues e Lopes (2006) estudaram o seu potencial medicinal, enquanto Barbosa et al. (2020) analisaram o valor nutricional da biomassa da espécie. Em relação à invasão, foi estudado o efeito da invasora no lençol freático (VERGNE, 2020), na ciclagem de nutrientes e decomposição (ZANATTA, 2019) e efeitos da invasão causados pelo rizoma (COSTA et al., 2019). É notável a escassez de pesquisas envolvendo os impactos desta invasora sobre as comunidades nativas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial com cerca de 2 hectares que integra o Capão do CIFLOMA (FIGURA 1), localizado no Campus III – Jardim Botânico – na Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba, situado entre as coordenadas 25°26'50" - 25°27'33" S e 49°14'16" - 49°14'33" W, com altitude em torno de 900 m s.n.m. (RONDON NETO *et al.*, 2002).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, REMANESCENTE DE FLORESTA NO CAMPUS JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



FONTE: Os autores (2021).

Conforme a classificação de Köppen, o clima de Curitiba é caracterizado como Cfb, sendo característico pelos verões frescos e invernos com geadas frequentes, influenciados pela altitude de aproximadamente 935 metros acima do nível do mar (ALVARES *et al.*, 2014).

A área é ocupada pela Floresta Ombrófila Mista Aluvial, que se desenvolve em locais associados à rede hidrográfica, percorrendo geomorfia plana até suave-ondulada, com graus de desenvolvimento simples até mais complexos (RODERJAN

*et al.*, 2002; IBGE, 2012). Nos locais de amostragem ocorrem solos hidromórficos classificados como gleissolos, pela proximidade aos canais de drenagem (RONDON NETO *et al.*, 2002). O horizonte de solo glei é caracterizado por ser um solo mineral, com espessura mínima de 15 cm, e que durante algum período ou o ano todo é saturado com água por influência do lençol freático (SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS, 2018).

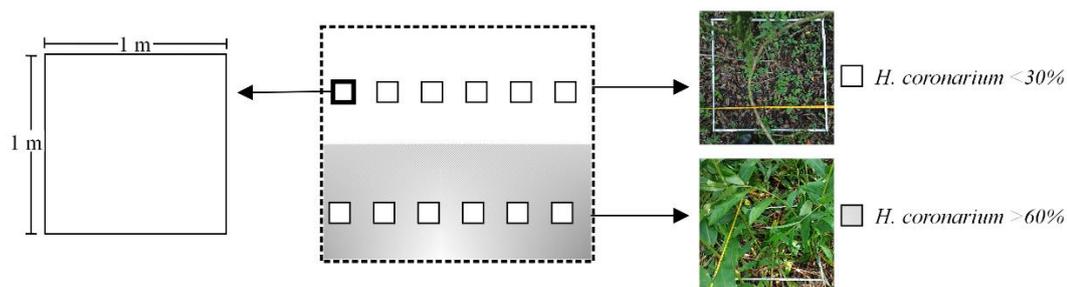
A Floresta Ombrófila Mista Aluvial na região Sul do Brasil tem como principais componentes do dossel as espécies *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Luehea divaricata* Mart. ex Zucc, *Blepharocalyx salicifolius* (Kunt) O. Berg e *Sebastiania commersoniana* (IBGE, 2012).

## 2.2 MÉTODOS

Foram selecionadas quatro regiões amostrais da planície aluvial com condições ambientais semelhantes e adequadas para a realização do estudo, sendo estas: cobertura do dossel, características do solo, relevo, estado de conservação e existência de trechos com predomínio e sem predomínio de *H. coronarium*. Em cada região amostral foi verificada a morfologia e saturação de água no solo por meio de tradagens utilizando-se um trado holandês.

Em cada região amostral foram instaladas 12 parcelas de 1x1 m, sendo seis em trechos com predomínio de *H. coronarium* cobertura >60% (T1), e outras seis em trechos sem predomínio de *H. coronarium* cobertura <30% (T2). Totalizou-se assim, 24 parcelas para cada tratamento. As parcelas foram dispostas ao longo de um transecto com a distância de 1 metro entre si (FIGURA 2).

FIGURA 2 – ESQUEMA DE DELINEAMENTO AMOSTRAL, REPRESENTANDO AS SEIS PARCELAS DENTRO DE CADA TRATAMENTO (T1 E T2)



FONTE: Os autores (2021).

Nas parcelas de ambos os tratamentos foi realizado levantamento de duas sinúcias: i) herbáceas terrícolas; ii) plântulas de espécies lenhosas. Foram registradas todas as espécies herbáceas vasculares (não lignificadas) enraizadas no interior da parcela, independente do porte, sendo estimada a porcentagem de cobertura e mensurada a altura total de cada espécie. Para o estrato da regeneração de espécies lenhosas foram registradas todas as plântulas com altura mínima de 15 cm e máxima de 130 cm, sendo mensurada a altura total de cada indivíduo e obtendo-se, conseqüentemente, sua abundância e riqueza.

Para os dois tratamentos, a cobertura de *H. coronarium* também foi estimada incluindo partes de indivíduos que não estavam enraizados na parcela, mas que cobriam parcialmente o solo e exerciam influência na área amostral. Por meio de GPS foram coletadas as coordenadas geográficas de todas as amostras. A identificação taxonômica das espécies foi realizada por meio de comparação com material de referência do Herbário Escola de Florestas Curitiba - EFC.

### 2.3 ANÁLISE DE DADOS

Por meio do *software* Fitopac2 (SHEPHERD, 2010), para a comunidade de plântulas lenhosas foi feito o cálculo dos seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta (DA) (n/ha), densidade relativa (DR) (%), frequências absoluta (FA) e relativa (FR) (%), altura máxima (Hmáx) (cm) e altura média (Hméd) (cm). O valor de importância ecológico (VIE) (%) das plântulas lenhosas foi obtido pelo somatório da densidade e frequência relativas, dividido por dois.

Para a comunidade de herbáceas, os parâmetros de frequências absoluta (FA) e relativa (FR) (%), coberturas absoluta (CoA) e relativa (CoR) (%), cobertura média (CoM) (%), altura máxima (Hmáx) (cm) e altura média (Hméd) (cm) foram calculados por meio do *software* Excel. O valor de importância ecológico (VIE) (%) das herbáceas foi obtido pelo somatório da frequência e cobertura relativas, dividido por dois. Para cada tratamento foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ).

Foi feita a análise de ordenação por Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) para investigar se as áreas com ausência e presença de *H. coronarium* são semelhantes entre si, e a relação entre estrutura (abundância) e

composição florística (presença e ausência de espécies). Foi utilizada a distância de Bray-Curtis para a matriz de abundância, pois é o método indicado para dados quantitativos, e distância de Jaccard para a matriz de presença e ausência que é indicado para dados qualitativos (LEGENDRE E LEGENDRE, 2012). O nMDS foi realizado em duas dimensões com 999 inicializações aleatórias.

A riqueza das espécies para todas as unidades amostrais foi estimada utilizando extrapolações baseadas na cobertura, por meio do pacote *iNEXT* (HSIEH *et al.*, 2013) do *software* R. Para comparar a riqueza de espécies lenhosas e herbáceas, em função das classes de cobertura de *H. coronarium* e locais avaliados, utilizou-se do Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM). Adicionalmente, o GLMMs foi aplicado para comparar a cobertura, abundância e riqueza de espécies lenhosas e herbáceas separadamente em função das classes de cobertura de *H. coronarium*. Os blocos foram incluídos nos modelos como variáveis aleatórias para controlar o agrupamento espacial.

Considerou-se a riqueza de espécies como o número de espécies observadas por parcela, bem como, a abundância levou em consideração o número de indivíduos observados por parcela, enquanto a cobertura foi estimada em função da área ocupada na parcela por determinada planta do estrato herbáceo. Para os modelos de riqueza foi utilizada a distribuição de Poisson, e para os de abundância a distribuição de Gauss ou normal, sendo checados resíduos de normalidade e homocedasticidade em todos os modelos. Os dados que não atingiram os critérios de homocedasticidade foram transformados por  $\log(x+1)$ . Também foi feita a checagem de sobredispersão, e quando detectada, foi aplicado um modelo lognormal de Poisson (HARRISON, 2014). Os GLMMs foram executados utilizando o pacote *lme4* versão 1.1–7 (BATES *et al.*, 2014) no *software* R (versão 3.4.3, R Core Team, 2017). Os p-valores foram ajustados pelo método de *single-step*.

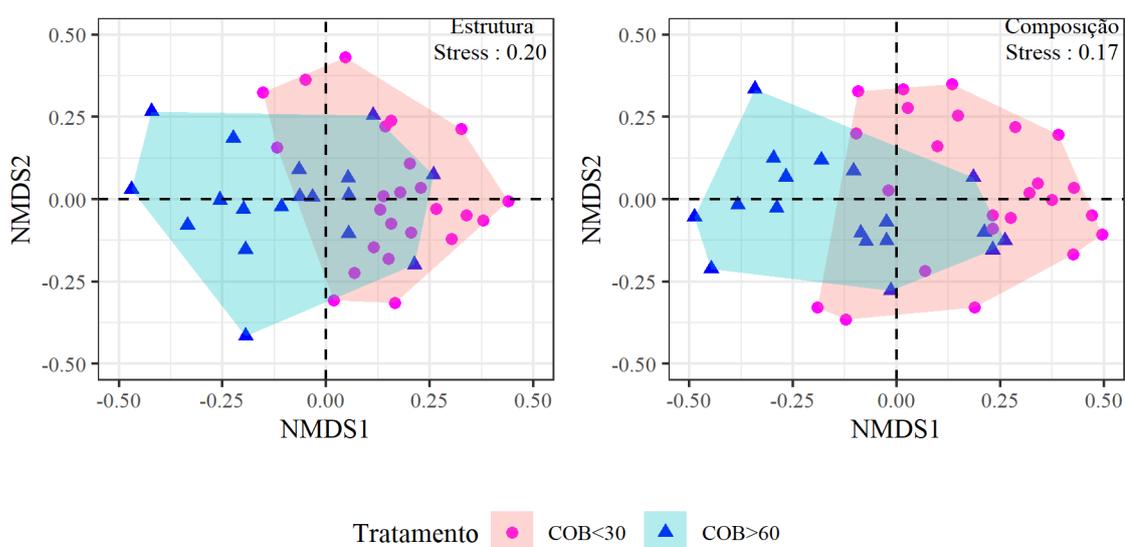
### **3 AS ESPÉCIES LENHOSAS FORAM CLASSIFICADAS POR MEIO DA SÍNDROME DE DISPERSÃO E GRUPO SUCESSIONAL ECOLÓGICO COM BASE EM REFERÊNCIAS DE BIBLIOGRAFIA.**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento fitossociológico foram encontradas 727 indivíduos lenhosos e 114 registros de herbáceas, que representam 33 famílias e 69 espécies, onde as herbáceas representam 31% das espécies. Ao todo, 91% eram nativas e 9% exóticas (ANEXO 1), do total de espécies nativas observadas (63), 59 foram encontradas nas parcelas com <30% de *H. coronarium* (T2) e 27 em parcelas com cobertura >60% de *H. coronarium* (T1). A abundância de espécies lenhosas nativas foi de 554 e 114 para T1 e T2 respectivamente, sendo que as espécies mais representativas foram encontradas em ambos os tratamentos.

Por meio da análise nMDS pode-se observar a formação de dois grupos, concluindo-se que existem de fato dois grupos distintos tanto no que se refere à composição de espécies quanto no âmbito da estrutura, quando considerados em conjunto os dois tratamentos de coberturas de *H. coronarium* avaliados (ADONIS, R = 0.69,  $p < 0.01$ ) (GRÁFICOS 1 E 2). Nesse sentido, é possível analisá-los separadamente, portanto as análises fitossociológicas foram separadas para cada intensidade de colonização da espécie invasora.

GRÁFICOS 1 E 2 – RESULTADO DA ANÁLISE nMDS, COMPARAÇÃO DOS DOIS TRATAMENTOS EM RELAÇÃO À (1) COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E (2) ESTRUTURA, POR JACARD E BRAY-CURTIS, RESPECTIVAMENTE. “CONTROLE”: TRATAMENTO 1 (*H. coronarium* COBERTURA >60%), “LÍRIO”: TRATAMENTO 2 (*H. coronarium* COBERTURA <30%)

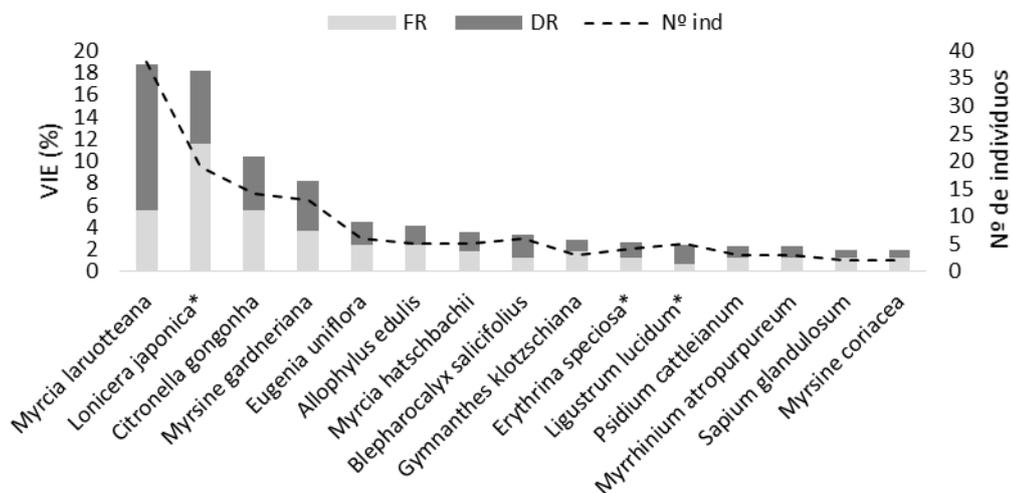


FONTE: Os autores (2022).

Foram registradas 4 espécies herbáceas nativas e 23 lenhosas nativas no T1. Enquanto no T2 foram registradas 20 espécies herbáceas nativas e 39 lenhosas nativas. Em ambos os tratamentos, além da herbácea *H. coronarium* também foram registradas outras espécies exóticas, neste caso lenhosas: *Erythrina speciosa* - nativa da planície litorânea do PR, mas exótica no 1º. Planalto (FLORA DO BRASIL, 2022) - , *Ligustrum lucidum*, *Melaleuca alternifolia* e *Livistona chinensis* com baixo valor de importância ecológica (VIE) e baixo número de indivíduos (GRÁFICOS 3 E 4).

Por outro lado, foi registrada a presença da liana exótica invasora *Lonicera japonica* com 19 indivíduos e VIE de 18,23 nas parcelas com *H. coronarium*, sendo a segunda espécie com maior importância ecológica. No T2 a espécie apresentou 14 indivíduos e VIE de 4,37, sendo a oitava espécie com maior importância ecológica (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 – PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO TRATAMENTO 1 (*H. coronarium* COBERTURA >60%), FR: FREQUÊNCIA RELATIVA, DR: DENSIDADE RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO

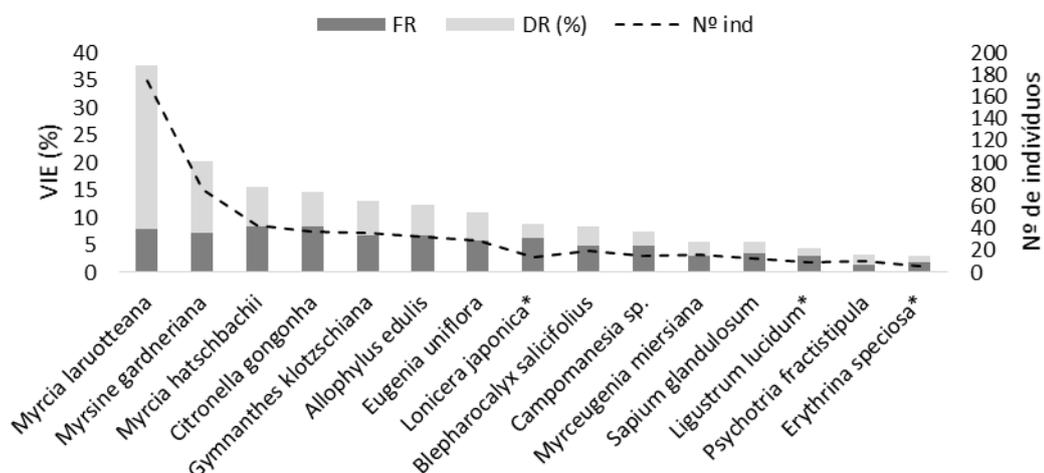


Espécies lenhosas (T1)

\*Exótica invasora.

FONTE: Os autores (2022).

GRÁFICO 4 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES LENHOSAS DO TRATAMENTO 2 (*H. coronarium* COBERTURA <30%), FR: FREQUÊNCIA RELATIVA, DR: DENSIDADE RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO



Espécies lenhosas (T2)

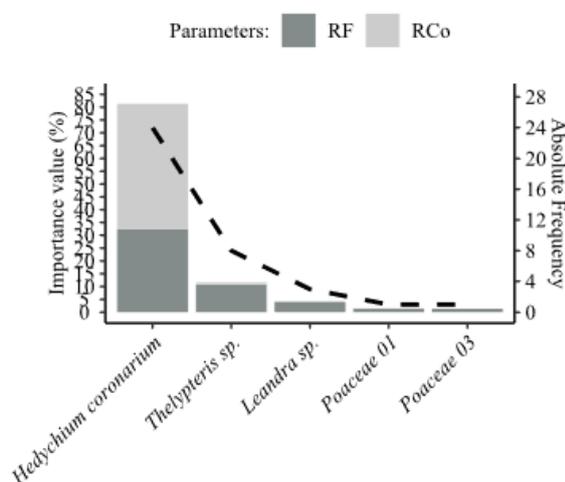
\*Exótica invasora.

FONTE: Os autores (2022).

O número de espécies observadas, tanto herbáceas quanto lenhosas é maior nas parcelas sem a elevada cobertura de *H. coronarium* (T2), com total de 143 e 583 indivíduos lenhosos. O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) resultou em 2,63 e 2,64 para o T1 e T2, respectivamente. Para as herbáceas, o índice de Shannon resultou em 1,01 e 2,43 para o T1 e T2, respectivamente. O valor de diversidade é maior nas parcelas de controle, ficando evidente a influência negativa da espécie invasora sobre a diversidade de herbáceas.

Como esperado, *Hedychium coronarium* foi a espécie herbácea com maior valor de importância ecológica no T1 (81,3%) (GRÁFICO 5). Deve-se ressaltar que este índice alcançado pela espécie também é fruto do delineamento do estudo, que definiu para o T1 somente parcelas com cobertura de mais de 60% desta espécie. Todas as outras 4 espécies nativas somaram importância inferior a 20% do total, com destaque para *Thelypteris* sp. com 11,6%. Essas espécies representaram somente 2,19% da cobertura relativa do levantamento, mostrando como a dominância de *H. coronarium* reduz a cobertura das demais.

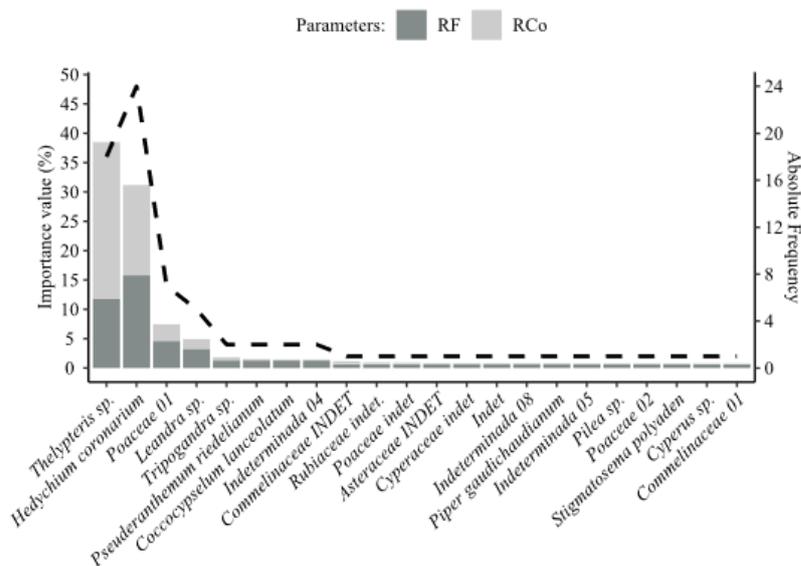
GRÁFICO 5 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS DO TRATAMENTO 1 (*H. coronarium* COBERTURA >60%), RF: FREQUÊNCIA RELATIVA, RCo: COBERTURA RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO



FONTE: Os autores (2022).

No T2, com VIE 39,84% *Thelypteris sp.* foi a espécie de maior importância, tendo ocorrido em mais de 70% das amostras. Mesmo apresentando grande dominância, essa espécie não exerce grande cobertura sobre as demais (GRÁFICO 6). É notável que, mesmo com cobertura média de apenas 6,29% *H. coronarium* ocupou a segunda colocação em importância neste tratamento, devido à elevada frequência e VIE, demonstrando seu potencial futuro de invasão.

GRÁFICO 6 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES HERBÁCEAS DO TRATAMENTO 2 (*H. coronarium* COBERTURA <30%), RF: FREQUÊNCIA RELATIVA, RCo: COBERTURA RELATIVA, VIE: VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICO



FONTE: Os autores (2022).

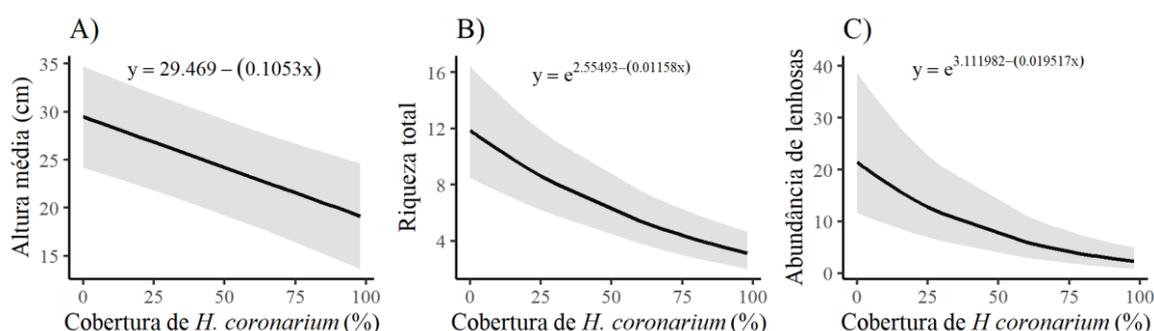
Na sinúsia de plântulas lenhosas, em ambos os tratamentos, a família Myrtaceae é a mais representativa em número de espécies. No T1 a família apresenta 10 espécies somando valor de importância ecológica (VIE) de 38,95% e no T2 foram 12 espécies somando um VIE de 46,71%.

Dessa família destacou-se com maior representatividade estrutural *Myrcia laruotteana*. No T1 a espécie apresentou densidade absoluta de 16,5 ind/ha, enquanto no T2 sua abundância foi 4,4 vezes maior, alcançando 72,9 ind/ha. A grande abundância de *M. laruotteana* nesse local pode ser justificada pela afinidade que a espécie possui a solos com regime temporário de saturação hídrica, e o frequente hábito de perfilhamento que pode proporcionar a planta a manter estabilidade e sustentação em épocas de maior encharcamento (CURCIO *et al.*, 2006).

A mesma tendência é observada quando considerada a densidade total da comunidade lenhosa, que foi quase quatro vezes menor no T1 (62.174,1 ind/ha) do que no T2 (243.333,7 ind/ha). Esses resultados confirmam o efeito negativo da exótica invasora sobre as espécies nativas.

Os modelos para riqueza de espécies, abundância de indivíduos e altura média dos indivíduos lenhosos também demonstraram o efeito negativo de níveis elevados de cobertura de *H. coronarium* sobre esses parâmetros, em todas as parcelas avaliadas ( $p < 0.01$ ) (FIGURA 4). Ao quantificar e estimar os efeitos de altas coberturas da espécie em uma população natural, conclui-se que quanto maior a cobertura de *H. coronarium*, menor é a riqueza. Para locais com 100% de cobertura a média estimada é de 4 espécies, e em locais com 0% a média é 12 espécies, sendo 3 vezes maior. Para a abundância os resultados são similares no sentido proporcional do efeito da invasão. E em relação à altura média, áreas com menor quantidade de *H. coronarium* possuem indivíduos maiores do que áreas com elevada cobertura da exótica invasora.

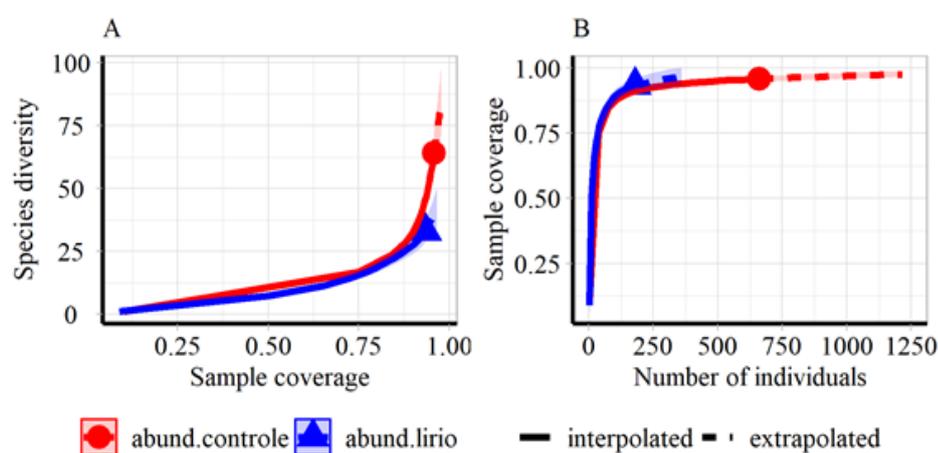
GRÁFICOS 7, 8 E 9 – MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA ESTIMADO PARA PARÂMETROS ESTRUTURAIS DA FLORESTA REFERENTE À COBERTURA DE *Hedychium coronarium*. (A) ALTURA MÉDIA DE HERBÁCEAS E LENHOSAS, (B) RIQUEZA DE HERBÁCEAS E LENHOSAS, (C) ABUNDÂNCIA DE LENHOSAS



FONTE: Os autores (2022).

As áreas onde a cobertura de *Hedychium coronarium* é pouco expressiva (T2) apresenta aproximadamente o dobro de espécies do que as áreas com elevada cobertura da exótica invasora (T1) (GRÁFICO 10), assim como a cobertura relacionada com o número de indivíduos também é um fator impactado negativamente pela presença da espécie (GRÁFICO 11).

GRÁFICOS 10 E 11 – DIVERSIDADE DE ESPÉCIES, COBERTURA E NÚMERO DE INDIVÍDUOS NAS ÁREAS DE ESTUDO



FONTE: Os autores (2022).

As espécies invasoras podem ser classificadas de duas formas quanto à dominância de comunidades: i) competitiva através de vantagem na exploração de recursos limitados ou, ii) oportunista pela menor influência a fatores que controlam a densidade populacional de outras espécies na comunidade (MACDOUGALL & TURKINGTON, 2005). Segundo os autores, na vantagem competitiva a invasora possui papel ativo na estrutura da comunidade, e a oportunista papel passivo. Dessa forma, é possível concluir que *H. coronarium* apresenta características competitivas, pois ocupa o espaço onde as espécies nativas poderiam se desenvolver e acabam diminuindo o VIE de espécies representativas do estrato arbóreo adulto.

Rodrigues e Lopes (2006) avaliaram o potencial alelopático de *H. coronarium* em relação à *Cucumis sativus*, e concluíram que houve ação alelopática, pela inibição do desenvolvimento da radícula (hipocótilo). Portanto, é possível que o mesmo se aplique para o local de estudo, os efeitos da alelopátia da exótica invasora afetem

negativamente o desenvolvimento da regeneração de demais espécies nativas, por meio da redução da germinação.

Estudos como o realizado por Santos *et al.* (2019) em uma área invadida por *Boerhavia diffusa* L. na Caatinga, o de Pegado *et al.* (2006) em um local invadido por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. também na Caatinga, a pesquisa de Fabricante *et al.* (2012) sobre a invasão de *Artocarpus heterophyllus* Lam. em fragmento de Mata Atlântica no Nordeste e o estudo realizado por Lazzarin *et al.* (2015) sobre a invasora *Hovenia dulcis* Thunb. em outra área na Mata Atlântica apresentaram resultados similares ao do presente trabalho. Isso comprova que o comportamento de exóticas invasoras, independente da espécie, forma de vida e ecossistemas de invasão, tende a ser similar em relação aos danos que causam na biodiversidade da flora nativa.

A comunidade lenhosa regenerante, de ambos os tratamentos do local estudado, apresenta número de espécies e número de indivíduos similares quando comparados com estudos que possuem abordagens semelhantes em outras áreas (Tabela 1). Reforçando que a testemunha do presente estudo representa bem áreas em um estado mais conservado, e demonstra como a área invadida foi afetada negativamente. Esses artigos possuem diferença entre os tipos florestais analisados e os métodos de instalação, portanto em relação às herbáceas a área amostral do estudo comparado tem grande influência nisso.

TABELA 1 – COMPARAÇÃO DE ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS DO PRESENTE ESTUDO COM ESTUDOS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA (FOM), LOCALIDADES DO ESTUDO, ÁREAS AMOSTRAIS (HA), NÚMERO DE INDIVÍDUOS, NÚMERO DE ESPÉCIES E ÍNDICE DE SHANNON.

Autores	Tipo florestal	Localidade	Área do estudo (ha)	Nº de indivíduos Regeneração	Número de espécies		Índice de Shannon
					Herbáceas	Regeneração	
Esse estudo - T1	FOM aluvial	Curitiba (PR)	0,0024	143	5	27	2,81
Esse estudo - T2	FOM aluvial	Curitiba (PR)	0,0024	584	22	42	2,95
Carvalho (2003)	FOM aluvial	Araucária (PR)	0,0084	614	-	34	2,34
Iurk <i>et al.</i> (2008)	FOM aluvial	Palmeira (PR)	2,5	-	58	-	-
Souza <i>et al.</i> (2012)	FOM	Campos do Jordão (SP)	0,0005	576	-	53	3,41

FONTE: Os autores (2022).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade de herbáceas e lenhosas de regeneração sofre direta influência negativa da exótica invasora *Hedychium coronarium* no ambiente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Capão do CIFLOMA. É notável a diferença de número de indivíduos, de cobertura e de espécies dos tratamentos com e sem a presença de *H. coronarium*, reduzindo a abundância e riqueza da regeneração natural de lenhosas.

A família Myrtaceae apresentou a maior representatividade estrutural para as lenhosas, com destaque para a grande ocorrência de *Myrcia laruotteana*, favorecida provavelmente pela sua afinidade e adaptação às condições edáficas do local.

Para o local estudado, seria interessante a instalação de um método de manejo para o controle da invasora. Caso não seja controlada, como consequência a curto e longo prazo a espécie pode dominar o local, impedindo cada vez mais o desenvolvimento do sub-bosque regenerante e a instalação de espécies nativas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, jan 2014.
- BARBOSA, H. M.; ANTONELLO, F. A.; JOHANN, G. **Composição centesimal da biomassa de *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae)**. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2020.
- BLUM, C. T.; POSONSKI, M.; HOFFMAN, P. M.; BORGIO, M. **Espécies vegetais invasoras em comunidades florestais nativas nas margens da Represa do Vossoroca, APA de Guaratuba, Paraná, Brasil**. I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras, Brasília, 2005.
- CARVALHO, J. **Florística e estrutura do estrato de regeneração de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Rio Barigui, Araucária, PR**. Dissertação para obtenção de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- CASTRO, S. A. B.; DAMASCENO, S. S. **Ocorrência de *Hedychium coronarium* na Estação Ecológica do Tripuí – MG**. S.d.
- CASTRO, W. A. C. **Ecologia da invasora *Hedychium coronarium* König (Zingiberaceae)**. São Carlos: 2014.
- CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA (CNCFLORA). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
- CIELO-FILHO, S.; SANTIN, D. A. **Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano – Bosque dos Alemães, Campinas, SP**. Revista Brasil, 2002.
- COSTA, R. O. **Estratégias de invasão de *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae)**. Dissertação para obtenção de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.
- COSTA, R. O.; BATISTELI, A. F.; ESPINDOLA, E. L. G.; MATOS, D. M. S. **Invasive *Hedychium coronarium* inhibits native seedling growth through belowground competition**. Flora, 2019.
- CURCIO, G. R.; BONNET, A.; PESTANA, D.; SOUZA, L.; SOCHER, L. G.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. **Compartimentação topossequencial e caracterização fitossociológica de um capão de Floresta Ombrófila Mista**. Revista Floresta, Curitiba, 2006.
- DECHOUM, M. S.; ZILLER, S. R. **Métodos para controle de plantas exóticas invasivas**. Biotemas, 26 (1), 69-77, março de 2013.

DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V. R. **A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude.** São Paulo: Revista Brasileira de Botânica, 2002.

FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, K. C. T.; ANDRADE, L. A.; FERREIRA, J. V. A. **Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos.** Acta bot. bras., 2012.

FLORA DO BRASIL, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. ***Hedychium coronarium* J. Koenig, Zingiberaceae Martinov.** Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB110705>>. Acesso em: nov. 2019

GISP – Programa Global de Espécies Invasoras. **América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras.** GISP, 2005.

GUERRERO, K. Q. **Riqueza y abundancia de lepidópteros como indicadores del estado de conservación del bosque, en el centro de producción e investigación Pabloyacu de la Provincia de Moyobamba – 2017.** Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, 2018.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Conceitos gerais sobre espécies exóticas invasoras.** Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-814.html>>. Acesso em: nov. 2019.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). ***Hedychium coronarium*.** Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/galeria/2/48/Hedychium-coronarium.html>>. Acesso em: nov. 2019.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Portaria IAP Nº 059, de 15 de abril de 2015, Lista de espécies exóticas invasoras do estado do Paraná.** 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biodiversidade brasileira.** 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contas de ecossistemas: espécies ameaçadas de extinção no Brasil.** 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: 2012.

IURK, M. C.; SANTOS, E. P.; DLUGOSZ, F. L.; TARDIVO, R. C. **Levantamento florístico de um fragmento de Florestal Ombrófila Mista Aluvial do Rio Iguaçu, município de Palmeira (PR).** Floresta, Curitiba, 2009.

KISSMANN, K.G., GROTH, D. 1991. **Plantas infestantes e nocivas.** São Paulo: Basf Brasileira, p. 590-593.

LAZZARIN, L. C.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SOUZA, K.; PERIN, J. E.; CRUZ, A. P. **Invasão biológica por *Houveniadulcis* Thub. em fragmentos florestais na região do Alto Uruguai, Brasil.** Revista Árvore, Viçosa, 2015.

LEVERINGTON, F.; COSTA, K. L.; PAVESE, H.; LISLE, A.; HOCKINGS, M. **A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness.** Environmental Management, v. 46, n. 5, p. 685-698, 2010.

LIMA, C. L.; OLIVEIRA, F. H.; SOTHE, C.; ALVES, F. E.; SILVA, G. O.; LIESENBERG, V. **Detecção da espécie invasora *Hoevenia dulcis* por meio de classificação supervisionada.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.5, p. 44110-44127, maio de 2021.

MACDOUGALL, A. S.; TURKINGTON, R. **Are invasive species the drivers or passengers of change in degraded ecosystems?.** Ecology, 86(1), p. 42–55, Ecological Society of America, 2005.

MACIEL, L. A. **Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* Koenig) no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, SP.** São Paulo: 2011

NUNES, M. A.; DUARTE, M. C.; COSTA, T. V. V. **Comparação florística do habitat de *Formicivora paludicola* em um brejo em Guararema, SP com os brejos da região sul do Brasil com ocorrência de *Formicivora acutirostris*.** Revista Científica UMC, 2019.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. **Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo dacaatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil.** Acta bot. bras., 2006.

PINHEIRO, A. M. **Atributos ecológicos que contribuem para invasibilidade da macrófita *Hedychium coronarium* J. Konig (Zingiberaceae).** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

PITELLI, R. **Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas.** Workshop Controle de Plantas Aquáticas, Brasília: IBAMA, 1998.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. **As fitogeográficas do Estado do Paraná.** Ciência e Ambiente, 2002.

RODRIGUES, S. D.; LOPES, T. F. **Biodiversidade: Contribuição ao estudo da planta medicinal *Hedychium coronarium* Roscoe (Zingiberaceae) – distribuição na Mata Atlântica.** São Paulo: O Mundo da Saúde, 2006.

SAKAI, A.K.; ALLENDORF, F.W.; HOLT, J.S.; LODGE, D.M.; MOLOFSKY, J. WITH, K.A et al. **The population biology of invasive species.** Annu. Rev. Ecol. Syst., California, v. 32, n. 305, 2001.

SANTOS, L. A.; FABRICANTE, J. R. **Impactos da exótica invasora *Boerhaviadiffusa* L. sobre a diversidade de espécies do estrato herbáceo e arbustivo autóctone de uma área ripária na Caatinga, Sergipe, Brasil.** Scientia Plena, 2019.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC**. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2010.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 5ª ed, 356 p. EMBRAPA, Brasília, Distrito Federal, 2018.

SOUZA, R. P. M.; SOUZA, V. C.; POLISEL, R. T.; IVANAUSKAS, N. M. **Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil.** Hoehna, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.** 2ª ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2008.

SPIAZZI, F. R.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GUIDINI, A. L.; FERREIRA, T. S.; AGUIAR, M. D.; NUNES, A. S.; CRUZ, A. P.; SOBOLESKI, V. F. **Quantificação da contaminação biológica por espécies arbóreas exóticas em um fragment de Floresta Ombrófila Mista em Lages – SC.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 403-414, abr.-jun., 2017

TELEGINSKI, E.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; PESCK, V. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; TELEGINSKI, F. **Utilização de mapa de intensidade de Kernel na análise especial da infestação de *Hovenia dulcis* Thunb. em Floresta Ombrófila Mista.** Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, São Paulo, 2019.

VERGNE, D. C. **Efeito da espécie invasora *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) na evapotranspiração e no lençol freático.** São Paulo, 2020.

WILLIAMSON, M. H.; FITTER, A. **The characters of successful invaders.** Biological Conservation 78, 1996.

ZANATTA, M. P. **O impacto da invasão por *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) em áreas ripárias.** São Paulo, 2019.

ZILLER, S. R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica.** Paraná, 2001.

## ANEXOS

ANEXO 1 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DAS PLÂNTULAS LENHOSAS PRESENTES NAS PARCELAS DO TRATAMENTO 1, VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA (VIE), FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), FREQUÊNCIA RELATIVA (FR), DENSIDADE ABSOLUTA (DA), DENSIDADE RELATIVA (DR), ALTURA MÁXIMA (HMÁX), ALTURA MÉDIA (HMÉD)

Espécies	Nº ind	VIE (%)	FA (%)	FR (%)	DA (ind/ha)	DR (%)	Hmáx (cm)	HméD (cm)
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	38	18,78	0,39	10,98	16521,70	26,57	70,00	29,58
<i>Lonicera japonica</i> Thumb.*	19	18,23	0,83	23,17	8260,90	13,29	80,00	26,84
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	14	10,39	0,39	10,98	6087,00	9,79	100,00	27,00
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	13	8,21	0,26	7,32	5652,20	9,09	90,00	36,15
<i>Eugenia uniflora</i> L.	6	4,54	0,17	4,88	2608,70	4,20	35,00	20,00
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	5	4,19	0,17	4,88	2173,90	3,50	32,00	22,00
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand	5	3,58	0,13	3,66	2173,90	3,50	60,00	35,80
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	6	3,32	0,09	2,44	2608,70	4,20	45,00	27,00
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	3	2,88	0,13	3,66	1304,30	2,10	40,00	25,00
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews*	4	2,62	0,09	2,44	1739,10	2,80	60,00	39,25
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton*	5	2,36	0,04	1,22	2173,90	3,50	50,00	38,00
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	3	2,27	0,09	2,44	1304,30	2,10	50,00	38,33
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	3	2,27	0,09	2,44	1304,30	2,10	18,00	17,33
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	2	1,92	0,09	2,44	869,60	1,40	20,00	19,00
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2	1,92	0,09	2,44	869,60	1,40	20,00	17,50
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	3	1,66	0,04	1,22	1304,30	2,10	16,00	15,33
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	2	1,31	0,04	1,22	869,60	1,40	17,00	17,00
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	40,00	40,00
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	15,00	15,00
Asteraceae indet	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	15,00	15,00
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	15,00	15,00
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	15,00	15,00
<i>Melaleuca alternifolia</i> (Maiden & Betcher) Cheel*	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	40,00	40,00
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D.Dietr.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	32,00	32,00
<i>Syagrus romanzoffian</i> (Cham.) Glassman	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	30,00	30,00
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	15,00	15,00
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	0,96	0,04	1,22	434,80	0,70	20,00	20,00

\*Exótica invasora.

FONTE: Os autores (2022).

ANEXO 2 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DAS PLÂNTULAS LENHOSAS PRESENTES NAS PARCELAS DO TRATAMENTO 2, VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA (VIE), FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), FREQUÊNCIA RELATIVA (FR), DENSIDADE ABSOLUTA (DA), DENSIDADE RELATIVA (DR), ALTURA MÁXIMA (Hmáx), ALTURA MÉDIA (Hméd)

Espécies	Nº ind	VIE (%)	FA (%)	FR (%)	DA (ind/ha)	DR (%)	Hmáx (cm)	Hméd (cm)
<i>Myrcia larutoteana</i> Cambess.	175	18,89	66,67	7,80	72916,70	29,97	110,00	37,43
<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	75	10,08	62,50	7,32	31250,00	12,84	120,00	39,75
<i>Myrcia hatschbachii</i> D.Legrand	43	7,83	70,83	8,29	17916,70	7,36	90,00	33,98
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	37	7,32	70,83	8,29	15416,70	6,34	50,00	21,14
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	36	6,50	58,33	6,83	15000,00	6,16	130,00	41,58
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	32	6,16	58,33	6,83	13333,30	5,48	60,00	24,75
<i>Eugenia uniflora</i> L.	29	5,41	50,00	5,85	12083,30	4,97	50,00	24,76
<i>Lonicera japonica</i> Thumb.*	14	4,37	54,17	6,34	5833,30	2,40	50,00	25,36
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	20	4,15	41,67	4,88	8333,30	3,42	90,00	37,55
<i>Campomanesia</i> sp. Ruiz et Pav.	15	3,73	41,67	4,88	6250,00	2,57	130,00	29,53
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	16	2,84	25,00	2,93	6666,70	2,74	45,00	25,63
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	13	2,82	29,17	3,41	5416,70	2,23	110,00	61,08
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton*	9	2,24	25,00	2,93	3750,00	1,54	60,00	38,67
<i>Psychotria fractistipula</i> L.B.Sm. et al.	10	1,59	12,50	1,46	4166,70	1,71	85,00	48,20
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews*	6	1,49	16,67	1,95	2500,00	1,03	60,00	33,50
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	6	1,49	16,67	1,95	2500,00	1,03	60,00	33,17
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	5	1,41	16,67	1,95	2083,30	0,86	30,00	18,20
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	5	1,16	12,50	1,46	2083,30	0,86	35,00	17,80
<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltld.	4	1,07	12,50	1,46	1666,70	0,68	60,00	42,50
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	3	0,99	12,50	1,46	1250,00	0,51	20,00	16,67
<i>Casearia</i> sp. Jacq.	2	0,66	8,33	0,98	833,30	0,34	16,00	15,50
<i>Prunus</i> sp. L.	2	0,66	8,33	0,98	833,30	0,34	30,00	22,50
<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	3	0,50	4,17	0,49	1250,00	0,51	30,00	23,33
Fabaceae 01	3	0,50	4,17	0,49	1250,00	0,51	33,00	21,33
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D.Legrand	2	0,42	4,17	0,49	833,30	0,34	20,00	18,00
<i>Senna</i> sp. Mill	2	0,42	4,17	0,49	833,30	0,34	35,00	25,50
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	2	0,42	4,17	0,49	833,30	0,34	15,00	15,00
<i>Heimia apetala</i> (Spreng.) S.A.Graham & Gandhi	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	40,00	40,00
Apocynaceae indet 1	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	20,00	20,00
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	25,00	25,00
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	52,00	52,00
<i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	10,00	10,00
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	80,00	80,00
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.*	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	35,00	35,00
Apocynaceae indet 2	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	20,00	20,00
<i>Orthosia urceolata</i> E.Fourn.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	15,00	15,00
<i>Myrciaria tenellai</i> (DC.) O.Berg	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	18,00	18,00
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	125,00	125,00
<i>Syagrus romanzoffian</i> (Cham.) Glassman	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	15,00	15,00
<i>Pseuderanthemum riedelianum</i> (Nees) Radlk.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	15,00	15,00
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	80,00	80,00
<i>Pavonia communis</i> A.St.-Hil.	1	0,33	4,17	0,49	416,70	0,17	50,00	50,00

\*Exótica invasora.

FONTE: Os autores (2022).

ANEXO 3 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLOGICOS DAS PLANTAS HERBÁCEAS PRESENTES NAS PARCELAS DO TRATAMENTO 1, VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA (VIE), FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), VALOR DE COBERTURA RELATIVO (CoR), VALOR DE COBERTURA MÉDIO (COM), ALTURA MÁXIMA (HMÁX), ALTURA MÉDIA (HMÉD)

Espécies	Nº ind	VIE (%)	FA (%)	FR (%)	CoR (%)	CoM (%)	Hmáx (cm)	Hméd (cm)
<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig*	24	81,33	100,00	64,86	97,81	78,06	250,00	162,92
<i>Thelypteris</i> sp. Schmidel	8	11,62	33,33	21,62	1,62	1,29	45,00	24,25
<i>Leandra</i> sp. Raddi	3	4,12	12,50	8,11	0,13	0,10	10,00	10,00
Poaceae 03	1	1,36	4,17	2,70	0,03	0,02	15,00	15,00
Poaceae 01	1	1,56	4,17	2,70	0,42	0,33	5,00	5,00

\*Espécie exótica.

FONTE: Os autores (2022).

ANEXO 4 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLOGICOS DAS PLANTAS HERBÁCEAS PRESENTES NAS PARCELAS DO TRATAMENTO 2, VALOR DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA (VIE), FREQUÊNCIA ABSOLUTA (FA), VALOR DE COBERTURA RELATIVO (COR), VALOR DE COBERTURA MÉDIO (COM), ALTURA MÁXIMA (HMÁX), ALTURA MÉDIA (HMÉD)

Espécies	Nº ind	VIE (%)	FA (%)	FR (%)	CoR (%)	CoM (%)	Hmáx (cm)	Hméd (cm)
<i>Thelypteris</i> sp. Schmidel	18	40,15	81,82	26,87	53,42	10,90	80,00	36,67
<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig*	15	26,62	68,18	22,39	30,85	6,29	180,00	75,93
Poaceae 01	7	8,09	31,82	10,45	5,72	1,17	15,00	8,57
<i>Leandra</i> sp. Raddi	5	5,36	22,73	7,46	3,27	0,67	50,00	23,00
<i>Tripogandra</i> sp. Raf.	2	2,01	9,09	2,99	1,02	0,21	30,00	30,00
<i>Pseuderanthemum riedelianum</i> (Nees) Radlk.	2	1,70	9,09	2,99	0,41	0,08	30,00	22,50
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	1,60	9,09	2,99	0,20	0,04	17,00	16,00
Indeterminada 01	2	1,60	9,09	1,49	0,20	0,04	10,00	10,00
Commelinaceae 02	1	1,26	4,55	1,49	1,02	0,21	15,00	15,00
Rubiaceae 01	1	1,05	4,55	1,49	0,61	0,13	15,00	15,00
Poaceae 04	1	1,00	4,55	1,49	0,51	0,10	10,00	10,00
Asteraceae 01	1	0,95	4,55	1,49	0,41	0,08	5,00	5,00
Cyperaceae 01	1	0,95	4,55	1,49	0,41	0,08	65,00	65,00
Indeterminada 04	1	0,95	4,55	2,99	0,41	0,08	12,00	12,00
Indeterminada 03	1	0,95	4,55	1,49	0,41	0,08	30,00	30,00
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	2	0,95	4,55	1,49	0,41	0,08	50,00	37,50
Commelinaceae 01	1	0,85	4,55	1,49	0,20	0,04	15,00	15,00
Indeterminada 02	1	0,85	4,55	1,49	0,20	0,04	10,00	10,00
<i>Pilea</i> sp. Lindl.	1	0,85	4,55	1,49	0,20	0,04	30,00	30,00
Poaceae 02	1	0,85	4,55	1,49	0,20	0,04	10,00	10,00
<i>Stigmatosema polyaden</i> (Vell.) Garay	1	0,85	4,55	1,49	0,20	0,04	18,00	18,00
<i>Cyperus</i> sp. L.	1	0,80	4,55	1,49	0,10	0,02	30,00	30,00

\*Espécie exótica.

FONTE: Os autores (2022).