

Invasão biológica na vegetação de restinga do sítio aeroportuário de Vitória, estado do Espírito Santo, Brasil

Biological invasion in the restinga vegetation of Vitória airport site, Espírito Santo state, Brazil

Maurício Shoji Seki^{1*}, Renato Muzzolon-Júnior², Giuliano Capucho³, Renann de Silos Vieira⁴

1 Mestre em engenharia florestal pela UFPR - avenida Lothário Meissner 632, Jardim Botânico, Curitiba-PR.

2 Engenheiro ambiental pela PUC-PR - rua Imaculada Conceição 1155, Prado Velho, Curitiba-PR.

3 Superintendente de engenharia na INFRAERO Brasil - estrada Parque Aeroporto, Setor de Concessionárias e Locadoras, lote 5, Brasília-DF.

4 Mestre em engenharia florestal pela UFPR - avenida Lothário Meissner 632, Jardim Botânico, Curitiba-PR.

*Autor para correspondência: mssflorestal@gmail.com

Resumo Esta pesquisa objetivou levantar as espécies exóticas da sinússia arbórea adulta em vegetação de restinga (20,4 ha), no aeroporto de Vitória/ES (522,1 ha). Foram instaladas 51 unidades amostrais de 10 x 50 m, nas quais adotou-se o critério de inclusão DAP ≥ 10 cm. O levantamento reuniu 610 indivíduos vivos referentes à 20 famílias e 26 espécies, sendo 4 exóticas: *Syzygium jambos*, *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus sp.* e *Acacia mangium*. A comunidade autóctone se mostrou floristicamente condizente com a flora regional do ecossistema. Os resultados fitossociológicos apontaram absoluta prevalência de *Acacia mangium* na amostragem. O IIB indicou maior importância relativa das espécies exóticas. Estas influenciaram a composição florístico-estrutural da sinússia estudada, o que foi constatado nas análises estatísticas (NMDS e ANOSIM). As invasões biológicas podem ser extremamente danosas, em razão da fragilidade do ecossistema de restinga e das transformações antrópicas na paisagem costeira. *Acacia mangium* mostrou potencial como espécie exótica invasora e o conhecimento sobre sua distribuição biogeográfica requer aprofundamento.

Palavras-chave: *Acacia mangium*, fitossociologia,

espécies exóticas invasoras.

Abstract This research aimed to survey the exotic species of an adult arboreum community in restinga vegetation (20.4 ha), at Vitória/ES airport (522.1 ha). There were installed 51 sampling units of 10 x 50 m, in which was adopted the inclusion criterion DAP ≥ 10 cm. The survey totaled 610 live individuals belonging 20 families and 26 species, 4 of which were exotic: *Syzygium jambos*, *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus sp.* and *Acacia mangium*. The autochthonous community proved to be floristically consistent with the regional ecosystem flora. The phytosociological results showed the *Acacia mangium* absolute dominance in the sampling. The IIB indicated exotic species greater relative importance. It influenced the floristic-structural composition of the studied community, that was observed in the statistical analyzes (NMDS and ANOSIM). Biological invasions can be extremely harmful, because of the restinga ecosystem fragility and anthropogenic transformations in the coastal landscape. *Acacia mangium* showed an invasive exotic species potential and its biogeographic distribution requires more knowledge.

Keywords: *Acacia mangium*, phytosociology, invasive exotic species.

Introdução

As restingas constituem ecossistemas litorâneos e compreendem um conjunto geomorfológico estruturado pela sedimentação arenosa de origem marinha e fluvial, abrigando fitofisionomias dispostas em mosaico e diversidade ecológica expressiva (THOMAZI *et al.*, 2013). Os ambientes se expõem a soterramentos pela areia, frequência dos ventos, picos de disponibilidade hídrica (estiagens e alagamentos), elevada salinidade, solo pobre em nutrientes, calor excessivo e alta luminosidade (RIZZINI, 1963). Essas características expressam a extrema fragilidade natural, cuja vulnerabilidade é potencializada pelas atividades humanas nas zonas costeiras (RIBAS, 2018).

As zonas costeiras abrigam cerca de 60% da população mundial e estão mais suscetíveis a alterações na paisagem pela ação humana (FERREIRA; SILVA, 2011). Ao início deste século, a densidade demográfica no litoral brasileiro superava em cinco vezes a média nacional (MMA, 2002). A ocupação antrópica afetou drasticamente a vegetação natural, sobretudo no bioma Mata Atlântica e ecossistemas litorâneos associados, como as restingas (RIBAS, 2018). A antropização vem favorecendo as invasões biológicas, uma vez que a vulnerabilidade é maior nos ambientes alterados ou sob distúrbios (HUMMEL, 2015; MISSIO; LONGHI, 2019).

No estado do Espírito Santo, os registros de espécies exóticas invasoras são consideráveis, o que torna necessário aprofundar o conhecimento sobre o nível do dano ambiental (MARTINS *et al.*, 2018). Na capital Vitória, a invasão biológica é um dos fatores degradatórios da vegetação de restinga (PEREIRA; ASSIS, 2000; SEKI *et al.*, 2019). Trata-se do município espírito-santense com o maior número de táxons alóctones registrados (MARTINS *et al.*, 2018).

Nas invasões biológicas, espécies exóticas chegam numa nova região e passam por processo de adaptação, reprodução e dispersão para áreas

distantes, com potencial de afetar os ambientes invadidos (MORO *et al.*, 2012). Perdas biológicas e/ou econômicas podem ser ocasionadas pela perturbação da biota nativa (PEGADO *et al.*, 2006; SILVA, 2016). Logo, estratégias de controle se fazem necessárias e sua concepção requer o entendimento dos efeitos na diversidade e estrutura das comunidades florísticas autóctones (GUIDINI *et al.*, 2014; LAZZARIN *et al.*, 2015).

Embora a floresta atlântica esteja em evidência, os estudos dos ecossistemas a ela associados são escassos (SILVA, 2016). Em razão dos impactos gerados pela invasão biológica e da importância ecológica da restinga (FABRICANTE *et al.*, 2021), o objetivo da presente pesquisa foi levantar as espécies exóticas numa comunidade arbórea do ecossistema, avaliando o potencial invasor das mesmas.

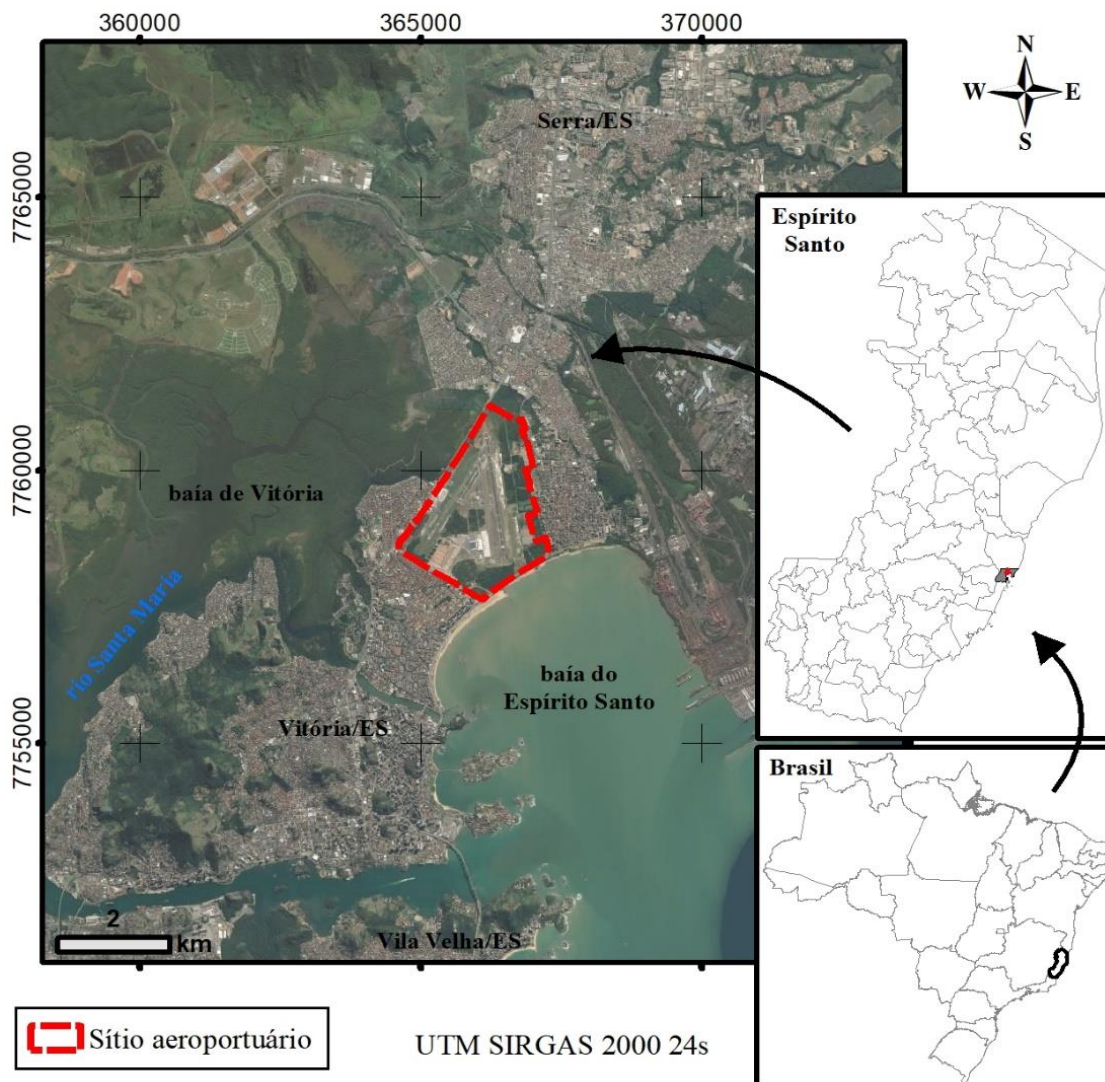
Material e Métodos

O município de Vitória/ES possui clima do tipo Aw de Köppen-Geiger e as médias anuais de temperatura e pluviosidade são de 23,5 °C e 1.123 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2021). A área de estudo está inserida na região hidrogeográfica do baixo Santa Maria, caracterizada por sedimentos holocênicos correspondentes à depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes; apresenta predominância de argissolo amarelo distrófico (AVISTAR ENGENHARIA, 2017). De acordo com a classificação fitogeográfica proposta por Rizzini (1963), a vegetação da costa litorânea é classificada como complexo de restinga.

O presente estudo foi desenvolvido no aeroporto Eurico de Aguiar Salles, localizado na cidade de Vitória, sob a latitude 20°15'34" sul e longitude 40°16'54" oeste (Figura 1). O sítio aeroportuário está compreendido entre a orla praiana e o estuário do rio Santa Maria (SEKI *et al.*, 2019). Possui área total de aproximadamente 522,1 ha, dos quais 20,4 ha foram classificados como vegetação de restinga (AVISTAR ENGENHARIA, 2017).

De forma aleatória (SANQUETTA *et al.*, 2014), 60 unidades amostrais (parcelas de 10 x 50 m) foram instaladas na vegetação de restinga. Desconsideraram-se 9 delas por não terem abrangido

Figura 1. Localização da área de estudo (sítio aeroportuário) no município de Vitória/ES.



exemplares arbóreos adultos com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) maior ou igual a 10 cm (FINOL, 1971). Nos indivíduos ramificados registraram-se todos fustes dentro do critério de inclusão, sendo que a raiz da soma dos quadrados dos diâmetros foi adotada para calcular a área basal (BATISTA *et al.*, 2014).

A identificação botânica foi realizada em campo ou por meio de coletas. Para conferência de táxons, autorias, distribuição fitogeográfica e ocorrência natural foram consultados os portais Flora do Brasil 2020 (REFLORA, 2014), *The Plant List* (TPL, 2013), *speciesLink* (INCT/HVFF, 2012) e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental (INSTITUTO HÓRUS, 2021).

Os dados foram processados por intermédio

dos programas Microsoft Excel 2007 e Fitopac (SHEPHERD, 2010). A linguagem de programação estatística R versão 4.0.2 (*R CORE TEAM*, 2020) foi utilizada nas análises estatísticas, junto com os pacotes *iNEXT* (HSIEH *et al.*, 2016) e *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2019).

Os descritores fitossociológicos seguiram as premissas descritas por Felfli *et al.* (2011), no que tange ao cálculo do Valor de Importância (VI). Também foram calculados os índices diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J) e dominância de Simpson (D) (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). A similaridade florística foi investigada através do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) e Análise de Similaridade (ANOSIM) (OKSANEN *et al.*, 2019). A avaliação da eficiência

amostral se fez pela curva de acumulação de espécies (KERSTEN; GALVÃO, 2011), extrapolação por cobertura de amostra (CHAO; LEE, 1992), estimadores de riqueza (FREITAS; MAGALHÃES, 2012) e erro de amostragem para densidade e área basal, ao limite de 20% e probabilidade de 95% (IBGE, 2012).

O índice de Bray-Curtis (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998) foi empregado como medida de semelhança, tendo sido montada matriz não binária ao nível de parcelas. Adotou-se o limite máximo de 20% para o STRESS (*Standard Residuals Sum of Squares*) do NMDS, o que é considerado aceitável (CLARKE, 1993). Foram padronizadas 999 permutações nos processamentos de reordenação aleatória, intervalos de confiança em 95% e significância estatística em 0,05 (critério de Fisher) (FIELD, 2009).

O Índice de Invasão Biológica (IIB) foi obtido seguindo metodologia proposta por Guidini *et al.* (2014):

$$IIB = \sum VI / \sum VI_{max}$$

Onde:

$\sum VI$ = somatório de VI das espécies exóticas;

$\sum VI_{max}$ = VI da espécie nativa de maior importância.

Se $IIB > 1$, o grupo das espécies invasoras

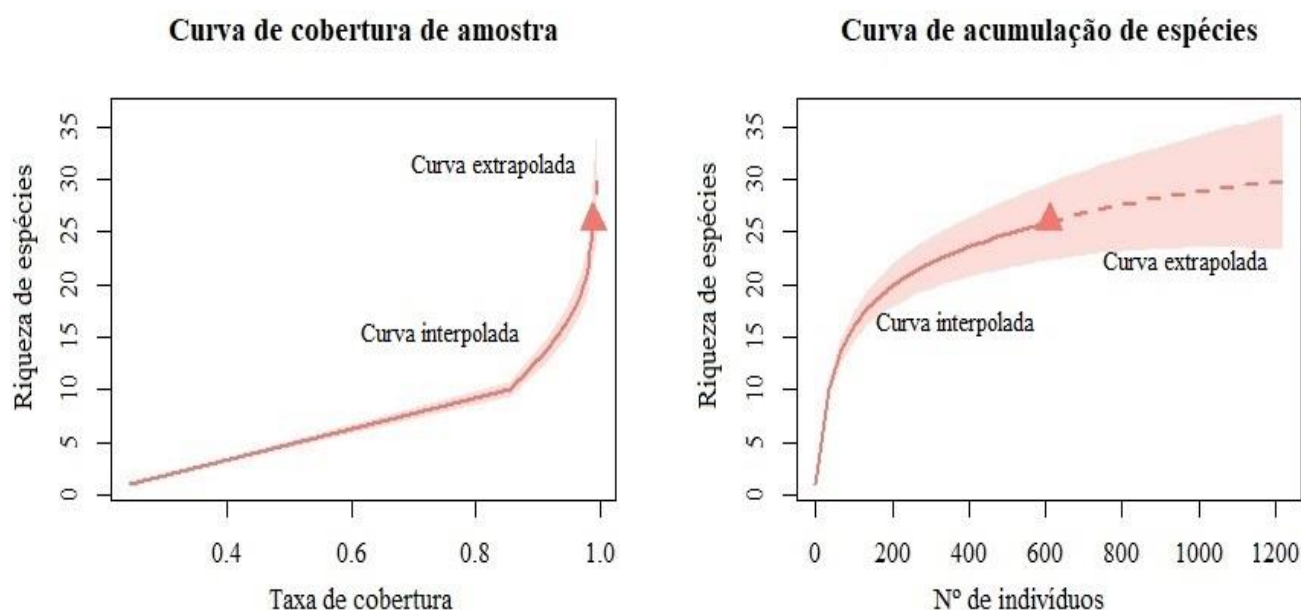
possui a maior importância relativa na comunidade; se $1 > IIB > 0,5$, o grupo das invasoras possui importância relativa inferior à da espécie nativa mais importante, porém com valor superior à metade do VI da mesma; se $IIB < 0,5$, o grupo das invasoras possui importância relativa inferior à metade do VI da espécie nativa mais importante.

Resultados

A análise da intensidade de amostragem abrangeu as 51 parcelas consideradas, que totalizaram 25.500 m² e perfizeram quase 13% de fração amostral (203.800 m² de vegetação de restinga no sítio aeroportuário). O inventário reuniu 22 espécies nativas e 4 exóticas, além das árvores mortas. A cobertura de amostra atingiu 99,0%, sendo que dobrar o número de indivíduos amostrados elevaria essa taxa em 0,6% e a riqueza seria acrescida com 4 novos táxons (Figura 2).

O estimador de riqueza Bootstrap revelou que o esforço amostral atingiu 88% da quantidade esperada de espécies. Para conferência foram calculados os estimadores Chao 1 (87%), ICE (89%), ACE (84%) e Jackknife 1 (75%), os quais revelaram média de 84%.

Figura 1. Curvas de cobertura de amostra e acumulação de espécies, resultantes das 51 unidades amostrais.



O erro de amostragem foi de 15% tanto na densidade como na área basal, cujas médias foram respectivamente de 12 indivíduos (variação de 1 a 31 por parcela) e 0,43 m² (0,01 a 1,00). Os cálculos estatísticos consideraram população finita (1-f = 0,87), haja vista a área total de vegetação de restinga no sítio aeroportuário (203.800 m²).

A amostragem reuniu 610 indivíduos arbóreos referentes à 20 famílias e 26 espécies. Destas, 4 não puderam ser identificadas ao menor nível taxonômico porque estavam desprovidas de folhagem e/ou de ramos férteis (Tabela 1). Ademais, 19 árvores mortas foram registradas.

As 22 espécies nativas pertencem a 18 famílias e representaram 50% dos 629 indivíduos inventariados. Destaque para *Pera glabrata*, *Ocotea nutans* e *Protium heptaphyllum*, cujos 186 espécimes responderam por 30% da amostra total.

As 4 espécies exóticas pertencem a 2 famílias e representaram 47% dos 629 indivíduos inventariados. Destaque para *Acacia mangium*, cujos 279 espécimes responderam por 44% da amostra total. *Syzygium jambos* teve representatividade de 2%, enquanto *Leucaena leucocephala* e *Eucalyptus sp.* tiveram menos que 1%.

Acacia mangium também se destacou na

Tabela 1. Espécies e quantidade de indivíduos inventariados nas 51 unidades amostrais do sítio aeroportuário de Vitória/ES.

Origem	Família	Espécie	Autoria	Indivíduos
Exótica	Fabaceae	<i>Acacia mangium</i>	Willd.	279
Exótica	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	(Lam.) de Wit	4
Exótica	Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	-	1
Exótica	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	(L.) Alston	13
Total de exóticas				297
Nativa	Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	18
Nativa	Annonaceae	<i>Xylopia sericea</i>	A.St.-Hil.	8
Nativa	Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	(Less.) G. Sancho	16
Nativa	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	(Aubl.) Marchand	51
Nativa	Clusiaceae	<i>Clusia hilariana</i>	Schlttdl.	9
Nativa	Clusiaceae	<i>Clusia spiritu-sanctensis</i>	G.Mariz & B.Weinberg	1
Nativa	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	(Spreng.) Müll.Arg.	2
Nativa	Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i>	Benth.	7
Nativa	Fabaceae	<i>Inga laurina</i>	(Sw.) Willd.	8
Nativa	Fabaceae	<i>Swartzia apetala</i>	Raddi	2
Nativa	Lauraceae	<i>Ocotea nutans</i>	(Nees) Mez	64
Nativa	Malpigiaceae	<i>Byrsonima sericea</i>	DC.	13
Nativa	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	-	7
Nativa	Myrtaceae	<i>Myrtaceae 1</i>	-	1
Nativa	Myrtaceae	<i>Myrtaceae 2</i>	-	1
Nativa	Ochnaceae	<i>Ouratea cuspidata</i>	(A.St.-Hil.) Engl.	5
Nativa	Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	(Schott) Baill.	71
Nativa	Polygonaceae	<i>Coccoloba alnifolia</i>	Casar.	1
Nativa	Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i>	Cambess.	20
Nativa	Sapotaceae	<i>Manilkara subsericea</i>	(Mart.) Dubard	1
Nativa	Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trécul	2
Nativa	Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i>	(Spreng.) Warm.	5
Total de nativas				313
Morta	morta	morta	-	19
Total geral				629

fitossociologia geral (Figura 3), tendo se ressaltado nos valores relativos de densidade (44%) e dominância (45%), o que resultou no maior VI da amostra (107%). Na sequência de importância fitossociológica ficaram *Pera glabrata* (38%), *Protium heptaphyllum* (30%) e *Ocotea nutans* (29%), que se sobressaíram nos três descritores fitossociológicos em comparação com o restante do conjunto amostrado. Todas demais espécies tiveram VIs abaixo de 12%.

Em termos estruturais, o conjunto amostrado revelou dominância de 8,6 m²/ha, densidade de 97

indivíduos/ha e os índices $H' = 2,04$ (Shannon), $J = 0,63$ (Pielou) e $D = 0,25$ (Simpson).

Obteve-se IIB de 3,11 para o conjunto amostrado. Das 51 parcelas amostrais, 31 (61%) tiveram a presença de espécies exóticas e foram classificadas como contaminadas.

O diagrama do NMDS (STRESS de 12% em duas dimensões) evidenciou a formação de subconjuntos na amostragem, discriminados em parcelas não-contaminadas e contaminadas (Figura 4). A abundância de espécies exóticas foi o fator de diferenciação florístico-estrutural, de maneira

Figura 3. Descritores fitossociológicos das 26 espécies e árvores mortas registradas nas 51 parcelas amostrais.

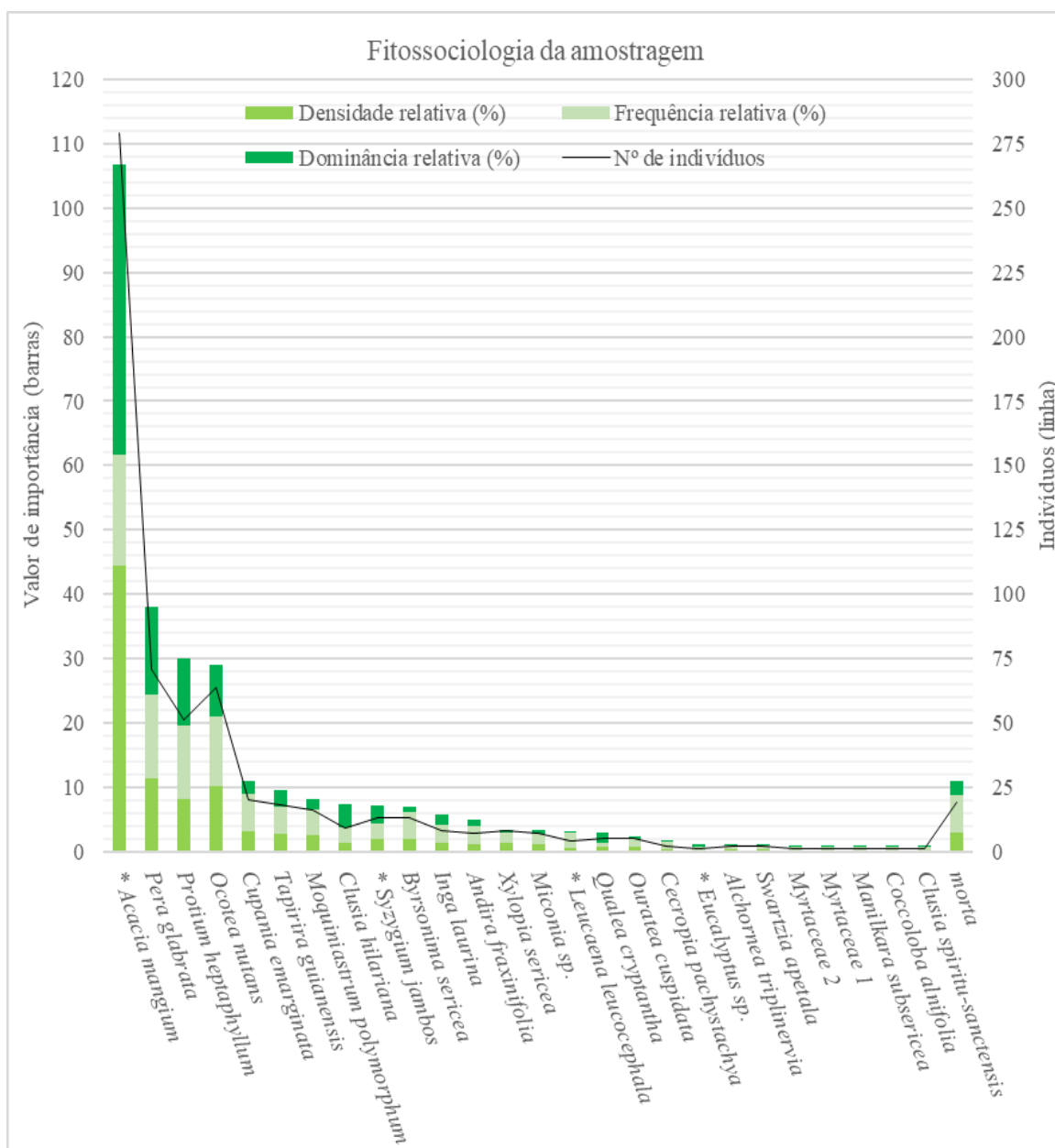
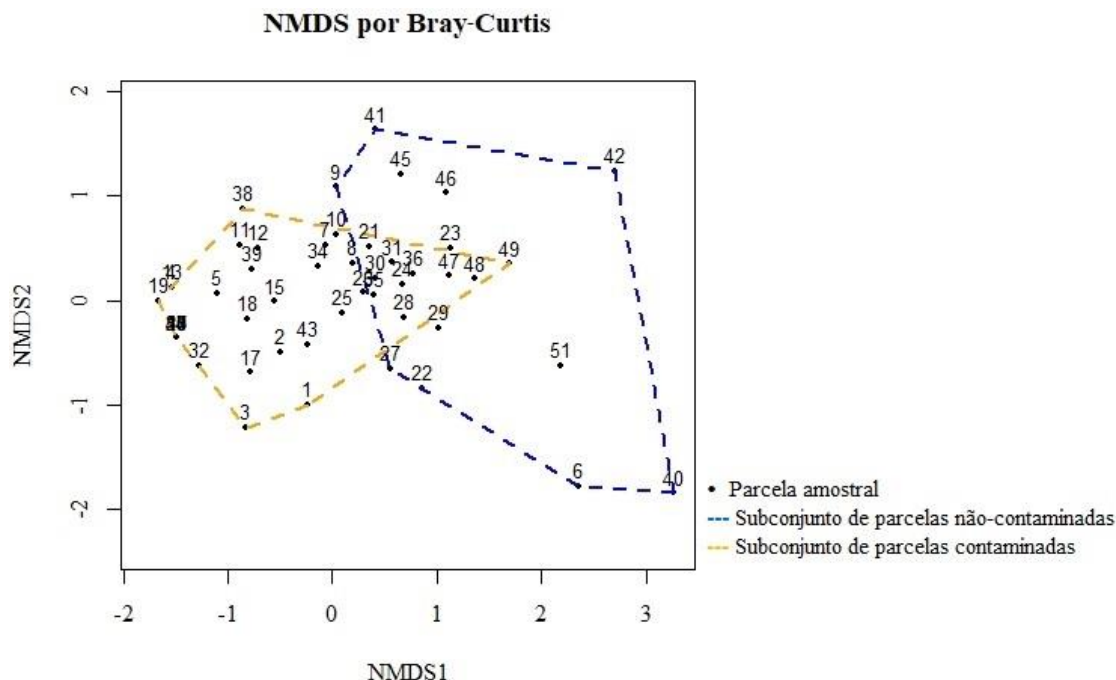


Figura 4. Diagrama do NMDS (medida de Bray-Curtis com matrizes não binárias) ao nível de parcelas não-contaminadas e contaminadas por espécies exóticas.



que a ANOSIM revelou 67% de dissimilaridade significativa ($p = 0,001$) entre os dois agrupamentos de unidades amostrais.

A IndVal confirmou os padrões observados no NMDS, pois a espécie exótica *Acacia mangium* foi classificada como a única indicadora do subconjunto contaminado ($p = 0,001$ e valor indicador = 0,97). No agrupamento das parcelas não-contaminadas, as espécies *Ocotea nutans* ($p = 0,002$ e valor indicador = 0,54), *Pera glabrata* ($p = 0,028$ e valor indicador = 0,43) e *Clusia hilariana* ($p = 0,021$ e valor indicador = 0,20) receberam tal classificação.

Discussão

A amostragem atendeu a finalidade desta pesquisa. A cobertura de amostra ficou acima de 50% (99%), o que é suficiente para realizar extrapolações (CHAO; LEE, 1992). A curva de acumulação de espécies afigurou leve tendência de estabilização e o aumento do esforço amostral não alteraria consideravelmente o número de espécies, permitindo inferir que a riqueza observada foi satisfatória (FELFILI *et al.*, 2011) para avaliar a invasão biológica.

Consoante ao estimador *Bootstrap*, avaliado como o melhor em amostragens de área fixa (LIMA, 2015), a riqueza abrangida foi considerável (88%). Empregando a mesma técnica em estudos de floresta atlântica, taxas similares foram relatadas por Lucheta *et al.* (2015), Oliva *et al.* (2018) e Mazon *et al.* (2019), isto é, 86 a 90%.

Os erros de amostragem calculados para densidade (15%) e área basal (15%) ficaram abaixo do limite pré-estabelecido de 20%, sob a probabilidade de 95%. As porcentagens alcançadas são perfeitamente aceitáveis (IBGE, 2012).

A comunidade estudada apresentou elementos característicos ou comuns da vegetação de restinga. Cerca de 60% das espécies nativas observadas (*Andira fraxinifolia*, *Byrsonima sericea*, *Clusia hilariana*, *Clusia spiritu-sanctensis*, *Coccoloba alnifolia*, *Cupania emarginata*, *Manilkara subsericea*, *Pera glabrata*, *Protium heptaphyllum*, *Ocotea nutans*, *Ouratea cuspidata*, *Swartzia apetala* e *Tapirira guianensis*) ocorre na região de Vitória, inclusive nas proximidades do sítio aeroportuário (PEREIRA; ASSIS, 2000; ASSIS *et al.*, 2004).

A diversidade de Shannon do conjunto amostrado ($H' = 2,04$) foi mediana a baixa. Os

valores geralmente ficam dentre 1,5 e 3,5, raramente ultrapassando 4,5 (MAGURRAN, 1989). O método de amostragem pode ter influenciado o índice (FREITAS; MAGALHÃES, 2012), mas também deve-se considerar a influência de *Acacia mangium* nas interações fitossociológicas, visto sua discrepância no VI. A ocorrência dessa espécie exótica teria afetado a diversificação da flora nativa (PEGADO *et al.*, 2006; ATTIAS *et al.*, 2013; SILVA, 2016).

A equabilidade de Pielou ($J = 0,63$) refletiu a distribuição heterogênea entre espécies e número de indivíduos. O índice varia de 0 a 1; quanto maior, mais uniforme é a vegetação em termos de abundância e riqueza (SANQUETTA *et al.*, 2014). A heterogeneidade seria uma consequência da destoante representatividade de *Acacia mangium*, que respondeu por 44% da amostra. A título de comparação, em mussununga caracterizada como invadida pela espécie exótica, Silva (2016) obteve $J = 0,71$.

A dominância de Simpson ($D = 0,25$) reiterou a alta representatividade de *Acacia mangium* nesta pesquisa. O índice varia de 0 a 1; quanto maior, mais concentrada é a distribuição de abundância por riqueza (uma ou poucas espécies dominantes) (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). Na vegetação estudada, a prevalência da espécie exótica pode ter sobrepujado a composição florística, a diversidade e a estrutura da comunidade autóctone (PEGADO *et al.*, 2006).

Ficou evidente que *Acacia mangium* afetou a fitossociologia arbórea da restinga. A espécie exótica tem caráter invasor (ATTIAS *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2018), o que foi reforçado pelo seu VI (LAZZARIN *et al.*, 2015). Ela tende a deslocar espécies heliófilas por sombreamento e impedir a germinação por alelopatia, de modo a competir com a vegetação nativa, ocupar seu espaço e modificar os padrões sucessionais (INSTITUTO HÓRUS, 2021). A imposição de barreiras à regeneração autóctone é o principal impacto causado pelas plantas exóticas (HUMMEL, 2015).

Ademais, supõe-se que *Acacia mangium* esteve livre de predadores e patógenos na restinga. A espécie exótica não coevoluiu com o ecossistema e a ausência de inimigos naturais pode ter favorecido seu desenvolvimento em meio à vegetação nativa

(HUMMEL, 2015; SILVA, 2016).

Enquanto isso, *Eucalyptus sp.* teve apenas um indivíduo no conjunto amostrado, *Leucaena leucocephala* foi registrada isoladamente em quatro parcelas (um espécime em cada) e *Syzygium jambos* ocorreu em quatro unidades amostrais com seus 13 indivíduos. Essas três espécies exóticas têm caráter invasor (INSTITUTO HÓRUS, 2021) e foram listadas em estudos sobre invasão biológica na vegetação de restinga do sudeste brasileiro (RIBAS, 2018) e na floresta atlântica do Espírito Santo (MARTINS *et al.*, 2018). O registro das ocorrências delas é importante para investigações biogeográficas (MORO *et al.*, 2012), seja qual for a importância fitossociológica assumida na comunidade estudada.

O IIB encontrado (3,11) indicou que o grupo de espécies exóticas possui maior importância relativa do que as nativas (GUIDINI *et al.*, 2014), ou seja, o valor foi elevado. Outros estudos investigaram a invasão biológica em floresta atlântica e os índices variaram de 0,05 a 2,96 (GUIDINI *et al.*, 2014; HUMMEL, 2015; LAZZARIN *et al.*, 2015; FANTINEL *et al.*, 2018; MISSIO; LONGHI, 2019). Houve notória diferenciação florístico-estrutural entre as parcelas não-contaminadas e contaminadas (NMDS), com dissimilaridade atestada (ANOSIM) e protagonizada por *Acacia mangium* (IndVal). De fato, a abundância de uma espécie exótica pode afetar a composição florística autóctone, ao ponto de ocasionar a formação de subconjuntos floristicamente distintos (PEGADO *et al.*, 2006).

O sítio aeroportuário pode ser considerado como uma área alterada. Há tempos a paisagem do aeroporto de Vitória tem sofrido transformações de natureza essencialmente antrópica (SEKI *et al.*, 2019). Consequentemente, a vegetação de restinga sofreu distúrbios ao longo de anos e isso teria favorecido o processo de invasão biológica (FABRICANTE *et al.*, 2021). O predomínio das espécies exóticas, regido por *Acacia mangium*, estaria diretamente relacionado aos efeitos antrópicos no ambiente (FANTINEL *et al.*, 2018).

Todavia, a causa da invasão biológica não se restringe aos impactos diretos no sítio aeroportuário. Também deve-se considerar a introdução de espécies exóticas em múltiplos ambientes (SILVA, 2016; FABRICANTE *et al.*, 2021). *Acacia mangium*, por exemplo, possui distribuição natural na Ásia e

Oceania; no Brasil foi introduzida intencionalmente em plantios experimentais e posteriormente comerciais, nos estados do Amapá (1970), Minas Gerais (1985), Maranhão (1994), Roraima (1998) e Espírito Santo (1999) (ATTIAS *et al.*, 2013; INSTITUTO HÓRUS, 2021).

No tange às demais espécies exóticas, os resultados permitiram inferir que estavam numa fase de estabelecimento na área estudada. Elas poderão aumentar sua importância ou serão sobrepujadas em razão da competição interespecífica (LAZZARIN *et al.*, 2015; SILVA, 2016). Cada espécie exótica apresenta maior ou menor invasibilidade (RIBAS, 2018) e não se tornam necessariamente invasoras (MORO *et al.*, 2012).

Considerações Finais

Na sinúsia arbórea adulta foram encontradas quatro espécies exóticas: *Syzygium jambos*, *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus sp.* e *Acacia mangium*. Esta última teve absoluta prevalência em termos fitossociológicos, inclusive sobre toda comunidade autóctone. Os resultados confirmaram a invasão biológica na vegetação de restinga do sítio aeroportuário e evidenciaram o comprometimento da sua composição florístico-estrutural.

O processo de invasão biológica pode ser extremamente danoso, dada a fragilidade do ecossistema de restinga e as transformações antrópicas na paisagem, características estas que prejudicariam uma possível reabilitação da vegetação. Estudos dinâmicos da fitossociologia seriam necessários para se ter ideia da magnitude, ou até mesmo da irreversibilidade, do efeito na biota nativa. Outras sinúsias (arbustivas, subarbustivas, herbáceas e regeneração) precisariam ser igualmente investigadas, tendo em vista subsidiar estratégias de controle específicas.

Acacia mangium mostrou potencial como espécie exótica invasora. Sua distribuição biogeográfica requer pesquisas, visando aprofundar o conhecimento sobre a ocorrência em vegetação de restinga e outras formações naturais. Estratégias de controle podem ser necessárias em níveis mais abrangentes (estado do Espírito

Santo, região fitogeográfica, zonas costeiras, etc.).

Referências Bibliográficas

ASSIS, A. M.; THOMAZ, L. D.; PEREIRA, O. J. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 191–201, 2004.

ATTIAS, N.; SIQUEIRA, M. F.; BERGALLO, H. G. Acácias australianas no Brasil: histórico, formas de uso e potencial de invasão. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 74–96, 2013.

AVISTAR ENGENHARIA. **Inventário florestal em vegetação de restinga no sítio aeroportuário de Vitória/ES**. Vitória: INFRAERO, 2017. Relatório técnico.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; SILVA-FILHO, D. F. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CHAO, A.; LEE, S. M. Estimating the number of classes via sample coverage. **Journal of the American Statistical Association**, v. 87, n. 417, p. 210–217, 1992.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, p. 117–143, 1993.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**, 2021. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 13 set. 2021.

FABRICANTE, J. R.; CRUZ, A. B. S.; REIS, F. M.; ALMEIDA, T. S. Invasão biológica em sítios de restinga no nordeste brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1–14, 2021.

FANTINEL, R. A.; MISSIO, F. F.; ARAÚJO, R. K.; WOLFF, D. B. Levantamento florístico e fitossociológico do componente arbóreo em floresta estacional decidual, RS. In: CONGRESSO

FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 13., 2018, Nova Prata. **Anais [...]**. Nova Prata: Ministério da Cultura, 2018. p. 298-305.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. **Fitossociologia no Brasil**. Viçosa: UFV, 2011. v. 1.

FERREIRA, P. F.; SILVA, A. G. A história da degradação da cobertura vegetal da região costeira do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Natureza online**, v. 9, n. 1, p. 10–18, 2011.

FIELD, A. *Discovering statistics using SPSS*. 3. ed. London: SAGE, 2009.

FINOL, H. U. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29–42, 1971.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520–540, 2012.

GUIDINI, A. L.; FERREIRA, T. S.; SALAMI, B.; MARCON, A. K.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; ROSA, A. D.; JUNIO, F. B.; SPIAZZI, F. R.; NEGRINI, M. Invasão por espécies arbóreas exóticas em remanescentes florestais no Planalto Sul Catarinense. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 469–478, 2014.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. *iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers)*. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 7, n. 12, p. 1451–1456, 2016.

HUMMEL, R. B. **Invasão biológica por *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton no Parque Estadual Quarta Colônia**, RS. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INCT/HVFF. **Rede speciesLink**, 2012. Disponível em: <<http://www.splink.org.br/index?lang=pt>>. Acesso em: 7 ago. 2020.

INSTITUTO HÓRUS. **Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras**, 2021. Disponível em: <<http://bd.institutohorus.org.br/>>. Acesso em: 3 set. 2021.

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa: UFV, 2011. p. 156–173. v. 1.

LAZZARIN, L. C.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SOUZA, K.; PERIN, J. E.; CRUZ, E. P. Invasão biológica por *Hovenia dulcis* thunb. em fragmentos florestais na região do Alto Uruguai, Brasil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1007–1017, 2015.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.

LIMA, M. B. O. **Comparação de métodos de amostragem na descrição florístico-estrutural da vegetação arbórea em área de cerradão no estado de Tocantins**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília.

LUCHETA, F.; TEIXEIRA, M.; KOCH, N. M.; FREITAS, E. M. Estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta ribeirinha do rio Taquari, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v. 70, n. 2, p. 343–355, 2015.

MAGURRAN, A. E. **Diversidad ecológica y su medición**. Barcelona: Vedral, 1989.

MARTINS, W. P.; AOYAMA, E. M.; FURLAN, R.; ELIAS, L.; MARTINS, W. P.; AOYAMA, E. M.; FURLAN, M. R.; ELIAS, L. Plantas exóticas na floresta atlântica do Espírito Santo. **Revista Eletrônica Thesis**, v. 15, n. 30, p. 16–45, 2018.

MAZON, J. A.; SILVA, R. A. R.; WATZLAWICK, L. F. Estrutura e composição da regeneração natural em um fragmento de floresta ombrófila mista secundária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, n. e201801698, p. 1–16, 2019.

MISSIO, F.; LONGHI, S. Invasão biológica por espécies exóticas em floresta estacional decidual - mesorregião central do estado do Rio Grande do Sul. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 12, p. 48–60, 2019.

MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos**. Brasília: MMA/SBF, 2002.

MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; QUEIROZ, L. P.; FRAGA, C. N.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 991–999, 2012.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Vegan: community ecology package**. Versão 2.5-6. [On-line]: CRAN, 2019.

OLIVA, E. V.; REISSMANN, C. B.; MARQUES, R.; BIANCHIN, J. E.; DALMASO, C. A.; WINAGRASKI, E. Florística e estrutura de duas comunidades arbóreas secundárias com diferentes graus de distúrbio em processo de recuperação. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1088–1103, 2018.

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 da Caatinga no município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 887–898, 2006.

PEREIRA, O. J.; ASSIS, A. M. Florística da restinga de Camburi, Vitória, ES. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 1, p. 99–111, 2000.

OLIVA, E. V.; REISSMANN, C. B.; MARQUES, R.; BIANCHIN, J. E.; DALMASO, C. A.; WINAGRASKI, E. Florística e estrutura de duas comunidades arbóreas secundárias com diferentes graus de distúrbio em processo de recuperação. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1088–1103, 2018.

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 da Caatinga no município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 887–898, 2006.

PEREIRA, O. J.; ASSIS, A. M. Florística da restinga de Camburi, Vitória, ES. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 1, p. 99–111, 2000.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Versão 4.0.2. [Vienna]: R Foundation for Statistical Computing, 2020.

REFLORA. **Plantas do Brasil: resgate histórico e herbário virtual para o conhecimento e conservação da flora brasileira**, 2014. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

RIBAS, P. M. **Origem e rota das introduções: um panorama da vegetação exótica presente no ecossistema de restinga do sudeste brasileiro**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – ECOMAR, Universidade Santa Cecília, Santos.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, n. 1, p. 3–64, 1963.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 3. ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2014.

SEKI, M. S.; MUZZOLON-JÚNIOR, R.; VIEIRA, R. S. Impacto de empreendimento aeroportuário sobre a paisagem de restinga no município de Vitória, estado do Espírito Santo. **Acta Biológica**

Catarinense, v. 6, n. 3, p. 106–118, 2019.

SHEPHERD, G. J. Fitopac. Versão 2.1.2.85. [Campinas]: UNICAMP, 2010.

SILVA, M. C. N. A. **Processos ecológicos e invasão biológica por *Acacia mangium* Willd nos ecossistemas de mussunungas**. 2016. Tese (Doutorado em Botânica) – Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

THOMAZI, R. D.; ROCHA, R. T.; OLIVEIRA, M. V.; BRUNO, A. S.; SILVA, A. G. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. **Natureza online**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2013.

TPL. ***The Plant List: a working list of all plant species***, 2013. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org>>. Acesso em: 30 abr. 2021.