

UNIVERSIDADE VILA VELHA – ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**TIPOS FUNCIONAIS OU ESPÉCIES DE PLANTAS: ABORDAGENS
CONFLITANTES OU COMPLEMENTARES PARA AVALIAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE EM ECOSISTEMAS TROPICAIS IMPACTADOS?**

BRENO PLATAIS BRASIL TEIXEIRA

VILA VELHA-ES
AGOSTO/2013

UNIVERSIDADE VILA VELHA – ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**TIPOS FUNCIONAIS OU ESPÉCIES DE PLANTAS: ABORDAGENS
CONFLITANTES OU COMPLEMENTARES PARA AVALIAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE EM ECOSISTEMAS TROPICAIS IMPACTADOS?**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

BRENO PLATAIS BRASIL TEIXEIRA

VILA VELHA-ES
AGOSTO/2013

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

T266t Teixeira, Breno Platais Brasil.

Tipos funcionais e espécies de plantas: abordagens conflitantes ou complementares para avaliação da biodiversidade em ecossistemas tropicais impactados? / Breno Platais Brasil Teixeira. – 2013.

45 f.: il.

Orientador: Ary Gomes da Silva.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) - Universidade Vila Velha, 2013.

Inclui bibliografias.

1. Restingas. 2. Biodiversidade. 3. Ecossistema - Avaliação.
I. Silva, Ary Gomes da. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD577.098152

BRENO PLATAIS BRASIL TEIXEIRA

**TIPOS FUNCIONAIS E ESPÉCIES DE PLANTAS: ABORDAGENS
CONFLITANTES OU COMPLEMENTARES PARA AVALIAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE EM ECOSISTEMAS TROPICAIS IMPACTADOS?**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

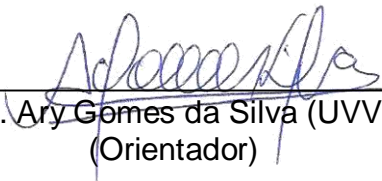
Aprovada em 30 de agosto de 2013,



Prof. Dr. Alessandro Coutinho Ramos (UVV-ES)



Profa. Dra. Jakeline Prata de Assis Pires (PUC-RJ)



Prof. Dr. Ary Gomes da Silva (UVV-ES)
(Orientador)

Dedico este trabalho a Ana Carolina, mãe do Kiko, que sempre acreditou que este seria o melhor caminho a ser seguido e teve fé e coragem no amor.

AGRADECIMENTOS

I would like to say thank you very very much to Andy Gillison for the warmest hospitality in Yungaburra and all you and Trish have done for me. I will never forget that!

Obrigado à FAPES por ter me concedido os meios para executar esta pesquisa.

Aos professores do PPEE-UVV, que tiveram a paciência de ensinar ecologia no mais alto nível para um turismólogo de origem, principalmente o Professor Ary Gomes da Silva, por ter aceitado me orientar frente a toda a dificuldade da tarefa.

Este trabalho não teria acontecido sem a hospitalidade de Leonardo Platais, meu professor, e Viviane Andrade, minha mãe em Vitória. MUITO obrigado!

Sem Alfredo e Derleide eu não seria quem sou, não faria o que faço e disso nunca me esqueço! Melhores pais do mundo!

Aos meus amigos de trabalho e pesquisa que tanto quiseram me ajudar e fizeram mais que podiam: Anazélia, Márcinho, Matheus e Amanda, Joadir Ganda, João Manoel, meus amigos da FG, Gunars, Jeff e Eric - todos me deram muita força pra sempre seguir em frente e apagar os incêndios!

Agradeço às minhas famílias lá em Niterói e aqui em Vitória por todo o amor que tem por mim: obrigado Gulnilde, Maira, Mauglas, Anique, Marco e todos os meus tios e primos queridos.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| INTRODUÇÃO GERAL | 4 |
| Página Título..... | 8 |
| Resumo | 9 |
| Abstract..... | 10 |
| 1. Introdução | 11 |
| 2. Métodos..... | 14 |
| 2.1. Localização da área de estudo..... | 14 |
| 2.2. Avaliação da biodiversidade | 15 |
| 3. Resultados | 17 |
| 4. Discussão..... | 29 |
| 5. Conclusões..... | 37 |
| 6. Referências | 38 |

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Parque Estadual Paulo Cesar Vinha (PEPCV) e a Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA de Setiba)..... | 14 |
| Figura 2 - Parque Estadual Paulo César Vinha apresentando a alocação das parcelas e dos transectos na área do impacto por mineração de areia e adjacências e outra a 500 metros ao sul do ponto de impacto. | 16 |
| Figura 3 Saturação da capacidade amostral e da curva do coletor: a) Parcelas; b) Gradsects. | 25 |
| Figura 4 – Diagrama de ordenação da análise de espécies indicadoras para os transectos amostrados numa área de vegetação arbustiva aberta não inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari ES. T: transecto..... | 27 |
| Figura 5 – Diagrama de ordenação da análise de espécies indicadoras para as parcelas amostradas numa área de vegetação arbustiva aberta não inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari ES. T: transecto..... | 28 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| PEPCV | Parque Estadual Paulo Cesar Vinha |
| APA de Setiba | Área de Proteção Ambiental de Setida |
| PFT | Tipo funcional de planta |
| PFA | Atributos funcionais de plantas |
| WGS | World Geodetic System |
| UTM datum | Universal Transverse Mercator |
| APG III | Angiosperms Phylogenetic Group III |

RESUMO

TEIXEIRA, Breno Platais Brasil, M. Sc. Universidade Vila Velha – ES, agosto 2013
Tipos Funcionais e Espécies de Plantas: abordagens conflitantes ou complementares para avaliação da biodiversidade em ecossistemas tropicais impactados? Orientador: Ary Gomes da Silva

Situadas no litoral tropical da América do Sul a restinga é um ecossistema associado à mata atlântica, e um dos hotspots de biodiversidade mais ameaçados no planeta. Nosso objetivo foi analisar uma área que sofreu impacto de mineração de areia em Guarapari - ES e perguntamos: A diversidade e a riqueza biológica da vegetação arbustiva aberta de restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), que sofreu impacto da extração de areia e suas adjacências, são distintas considerando tipos funcionais de plantas e/ou táxons? Aplicamos dois métodos distintos na tentativa de definir se estas são abordagens conflitantes ou complementares para avaliação da biodiversidade em ecossistemas tropicais impactados. A primeira (Parcelas) permite definir a distribuição e quantificação das espécies de plantas na área de estudo enquanto a segunda (Gradsects) informa os tipos funcionais (PFT) sem quantificar a ocorrência de cada PFT. Com as duas técnicas foram identificadas 150 espécies de plantas, sendo 53 espécies com o método de parcelas e 147 espécies com o método do Gradsect. Cinquenta espécies foram identificadas por ambas as técnicas. A biodiversidade do fundo da área impactada e de seu talude não apresentam diferenças quantitativas, mas ambas diferem das áreas: adjacente e intermediária. A região da borda do brejo, distante 350 metros da área impactada apresentou grande diversidade entre os transectos, e portanto um desvio padrão elevado sem diferença quantitativamente da área de mineração e da área preservada. Conclusões A análise da biodiversidade de uma mesma área através de duas métodos distintas - Parcelas e Transectos - permitiu definir que estas são abordagens complementares e não conflitantes para avaliação de ecossistemas tropicais impactados.

Palavras-chaves: Gradsect, *Hotspots*, Parcelas, Índice de Simpson, Riqueza de espécies.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Breno Platais Brasil, M. Sc. University of Vila Velha – ES August 2013
Plant functional types and plant species: conflicting or complementary approaches in biodiversity assessment in environmentally impacted tropical ecosystems? Adviser: Ary Gomes da Silva

Restingas are a type of coastal Tropical and subtropical moist broadleaf forest, that forms on sandy, acidic, and nutrient-poor soils of eastern Brazil. It is within the Mata Atlântica, one of the Hottest hotspots due to its fragmentation and for being constantly pressured. We have assessed the open shrub vegetation located in the Paulo Cesar Vinha State Park (20°33'-20°38'S e 40°26'-40°23'W) in order to know whether past sand extraction mining affects biological diversity and species richness locally or in a broader scale. We analyzed the biodiversity of the same area by two different techniques in the attempt to determine whether they are complementary or conflicting approaches to assess biodiversity in impacted tropical ecosystems. The first (plots) defines the distribution and quantification of species of plants in the study area while the second (Gradsects) assesses plant functional types (PFT) without quantifying the occurrence of each PFT. Through the application of the plot's technique 53 plant species were found while with the Gradsect technique 147 were found. The biodiversity of the hole and the slope did not show quantitative differences, but both differ from the adjacent and intermediate blocks. The region of the edge of the swamp presented high diversity among transects of the block, and therefore a high standard deviation, thus does not differ quantitatively from the mining or preserved area. The biodiversity analysis of the same area by two different techniques - Plots and Transects - enabled defining that these are complementary and not conflicting approaches for assessing impacted tropical ecosystems.

Keywords: Gradsect, VegClass, Salt Marsh, Biodiversity Diversity Index; Simpson Index; Species richness

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é uma reserva da biosfera que se encontra drasticamente fragmentada que já perdeu mais de 70% de sua cobertura original e foi considerada um dos "*Hottest Hotspots*" - locais mais devastados do mundo, com altas taxas de endemismo e onde se preservaria mais espécies por dólar investido (Myers 2000). Entre os ecossistemas associados à Mata Atlântica, encontra-se a vegetação de restinga, que recobre toda a faixa tropical atlântica do litoral da América do Sul e apresenta 10 formações vegetais distintas em mosaicos de comunidades vegetais variados. (Pereira 2003; Fundação SOS Mata Atlântica, 1998; Suguio & Tessler, 1984; Suguio & Martin, 1990; Waechter, 1990).

Como formação geológica, as restingas compreendem os cordões arenosos e as planícies costeiras, formados por sedimentos terciários e quaternários depositados predominantemente em ambientes marinhos, continentais ou transicionais (Villwock, 1994). As formações vegetais nas restingas ocorrem sobre um substrato arenoso distrófico e fortemente lixiviado, onde as temperaturas no nível do solo podem ultrapassar os 60°C durante o dia.

Acredita-se que estes ecossistemas são marcados pela baixa resiliência, pois a supressão dessa vegetação ocasionaria uma reposição lenta, geralmente de porte e diversidades menores, onde algumas espécies passam a predominar, principalmente quando submetidas a impactos que incorram em supressão de vegetação (Henriques 1986, Araújo *et al.* 2004, Guedes *et al.* 2006).

Embora protegidas legalmente, as formações de restinga perdem, anualmente, considerável porção de área em decorrência do aumento da ação antrópica ao longo da costa brasileira, acarretando uma contínua destruição e degradação dos componentes biológicos e paisagísticos (Santos e Medeiros 2003). Parte desta da supressão de vegetação pode ser explicada pelo fenômeno da metropolização, observado no Brasil após a segunda grande guerra, que contribuiu para a migração em massa do campo para as cidades e para a intensificação dos impactos ambientais da zona costeira, degradando os ecossistemas litorâneos (Souza 2004, Santos e Medeiros 2003).

A especulação imobiliária vem ora se juntando, ora substituindo a busca de solos agricultáveis como causa de devastação, e uma das formações vegetais tropicais brasileiras que mais tem sofrido é, sem sombra de dúvidas, a restinga. Com o processo de metropolização, a mineração de areia cresce e ve-se ampliado o impacto sobre as restingas. A areia é uma matéria-prima essencial à sociedade, pelo seu uso em grande escala na construção civil e na indústria, o que demanda um grande volume de produção. Segundo dados compilados pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais (2002), há no Brasil cerca de

2.000 empresas dedicadas à mineração de areia, que produziram cerca de 236 milhões de toneladas em 2001 (Almeida e Sanchez 2005). Trata-se aqui de impacto ambiental, que deve ser considerado para além daquilo expresso nas leis ambientais se quer-se compreender os processos das alterações de ordem biofísica, econômica, social ou cultural, oriundas ou não de atividades poluidoras (Sánchez, 1998).

O crescimento da região metropolitana de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, não foi exceção quanto à pressão sobre os ecossistemas costeiros. A área no município de Guarapari, que hoje compreende a APA de Setiba é uma grande região de restinga local de fácil extração de areia com tratores. Esta atividade continuou em curso mesmo com a criação do Parque Estadual de Setiba pelo Decreto Estadual No 2.993-N, de 05 de junho de 1990.

É difícil precisar a data em que terminaram as extrações de areia, mas é possível que o marco de referência seja o ano de 1994, ano em que a Unidade de Conservação mudou de nome por motivo trágico e passou a chamar-se Parque Estadual Paulo César Vinha – PEPCV - em homenagem ao biólogo e ambientalista homônimo que foi assassinado dentro do parque, após investigar e flagrar extração de areia da restinga (Lei Estadual Nº 4.903, de 02 de maio de 1994; CEPENAR 2007). Assumimos, portanto, o ano de 1994 como o que marcou o fim dos acessos de retroescavadeiras e caminhões para retirada de areia no local em estudo.

O Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), situado em Guarapari - ES, protege uma área considerada de alta relevância ecológica pelo Governo Federal Brasileiro. Apresenta, em apenas 1.574,85ha, nove das dez comunidades vegetais descritas para as restingas (Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 2008). Toda

sua região de abrangência sofreu no passado com a extração de areia, impacto que foi facilmente perceptível quando na realização da pesquisa, 19 anos após o fim das atividades de mineração.

A fim de compreender e avaliar a magnitude do impacto gerado pela atividade de extração de areia no PECV este trabalho visou identificar as evidências florísticas e estruturais para avaliação de perda de riqueza e diversidade biológicas, comparando a metodologia clássica de parcelas contínuas para inventário de indivíduos vegetais (Brower, 1998), com os transectos orientados por gradientes ecológicos – Gradsect – (Gillison & Brewer, 1985) inventariando em cada transecto os Tipos Funcionais de Plantas (PFT) sob a ótica VegClass (Gillison & Carpenter, 2002), na formação arbustiva aberta de restinga, a partir do centro de um buraco aberto provavelmente por retroescavadeira no PEPCV.

PFT são construídos por uma combinação do táxon com um conjunto de até 35 atributos funcionais adaptativos que uma planta vascularizada pode apresentar, incluindo na análise da diversidade a capacidade das espécies em adaptarem-se até às microvariações de condições ambientais existentes no ecossistema. Isto que permite que uma mesma espécie possa ser registrada quantas vezes seja necessário para que seu comportamento adaptativo seja totalmente inventariado.

Quando o foco da pesquisa é a diversidade, o método VegClass apresenta ainda a vantagem de ser rápido pois uma vez combinados, tipos funcionais repetidos encontrados não são registrados no mesmo transecto. Este método mostra-se eficiente quando é utilizado para pesquisa através de gradientes ecológicos e apoia-se na ideia de que a biodiversidade não se distribui de modo aleatório, mas sim responde às condições a que é submetida. Logo, para encontrar a diversidade, definir intencionalmente o local de pesquisa passa a ser lógico vantajoso. Assim, é coerente analisar na paisagem qual é o principal gradiente ecológico na área a ser analisada e quais são as influências de segunda ou terceira ordem ali encontrados (gradientes secundários - GS) e, em cada GS inserir um transecto, acreditando que nas condições mais raras estarão as espécies mais raras, pois estas estão adaptadas às condições mais particulares.

Neste contexto emergem duas questões. Uma delas, de cunho metodológico, que pretende indicar qual dos dois métodos é mais sensível à avaliação da riqueza e da diversidade, e a outra, de cunho ecológico, pretende responder se o impacto causado pela extração de areia produz perda de diversidade e riqueza biológica pontual ou também afeta a área adjacente ao impacto.

Manuscrito apresentado no formato da revista Journal of
Vegetation Science

Página Título

Tipos Funcionais ou Espécies de Plantas: abordagens
conflitantes ou complementares para avaliação da biodiversidade
em ecossistemas tropicais impactados?

Título resumido: Gradsect em vegetação arbustiva aberta de restinga.

Breno P. B. Texeira, Poliana F. Ferreira & Ary G. Silva

Teixeira, B. P. B. (autor para correspondência. brenoplatais@gmail.com) Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas. Universidade Vila Velha – UVV, Rua Comissário José Dantas de Melo, nº 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29.102-770.

Ferreira, P. F. (polianafreiref@gmail.com) Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas. Universidade Vila Velha – UVV, Rua Comissário José Dantas de Melo, nº 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29.102-770.

Silva, A. G. (arygomes@uvv.br). Professor Titular V, Bolsista de Produtividade FUNADESP. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas. Universidade Vila Velha – UVV, Rua Comissário José Dantas de Melo, nº 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29.102-770.

Resumo

Pergunta

A diversidade e a riqueza biológica da vegetação arbustiva aberta de restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), que sofreu impacto da extração de areia e suas adjacências, são distintas considerando tipos funcionais de plantas e/ou táxons?

Método

Analisamos a biodiversidade de uma mesma área através de dois métodos distintos na tentativa de definir se estas são abordagens conflitantes ou complementares para avaliação da biodiversidade em ecossistemas tropicais impactados. A primeira (Parcelas) permite definir a distribuição e quantificação das espécies de plantas na área de estudo enquanto a segunda (Gradsects) informa os tipos funcionais (PFT) sem considerar a abundancia relativa de cada PFT.

Resultados

Com o método de parcelas foram encontradas 53 espécies enquanto que com o método do Gradsect foram encontradas 147 espécies. Cinquenta espécies foram identificadas por ambas as técnicas. A avaliação da biodiversidade com os dois métodos mostra que o fundo e o talude da área impactada não apresentam diferenças quantitativas, mas ambas diferem das áreas: adjacente e intermediária. A região da borda do brejo como apresentou grande diversidade entre os transectos, e por tanto um desvio padrão elevado, não difere quantitativamente nem da área de mineração nem da área preservada.

Conclusões

A análise da biodiversidade de uma mesma área através de dois métodos distintos - Parcelas e Transectos - permitiu definir que estas são abordagens complementares e não conflitantes para avaliação de ecossistemas tropicais impactados.

Palavras chave: Gradsect, Hotspots, Parcelas, Índice de Simpson, Riqueza de espécies

Abstract

Question

Does the diversity and biological richness of the open shrub vegetation of the restinga (a type of coastal Tropical and subtropical moist broadleaf forest, that forms on sandy, acidic, and nutrient-poor soils of eastern Brazil) located in the Paulo Cesar Vinha State Park (PEPCV) that suffered the impact of sand extraction and its surroundings behave differently considering plant functional types and/or taxa?

Methods

We analyzed the biodiversity of the same area by two different techniques in the attempt to determine whether they are complementary or conflicting approaches to assess biodiversity in impacted tropical ecosystems. The first (plots) defines the distribution and quantification of species of plants in the study area while the second (Gradsects) assesses plant functional types (PFT) without quantifying the occurrence of each PFT.

Results

Through the application of the plot's technique 53 plant species were found while with the Gradsect technique 147 were found. The biodiversity of the hole and the slope did not show quantitative differences, but both differ from the adjacent and intermediate blocks. The region of the edge of the swamp presented high diversity among transects of the block, and therefore a high standard deviation, thus does not differ quantitatively from the mining or preserved area.

Conclusions

The biodiversity analysis of the same area by two different techniques - Plots and Transects - enabled defining that these are complementary and not conflicting approaches for assessing impacted tropical ecosystems.

Keywords: Gradsect, VegClass, Saltmarsh, Biodiversity Diversity indices; Simpson index; Species richness

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é uma reserva da biosfera que se encontra drasticamente fragmentada que já perdeu mais de 70% de sua cobertura original e foi considerada um dos "*Hottest Hotspots*" - locais mais devastados do mundo, com altas taxas de endemismo e onde se preservaria mais espécies por dólar investido (Myers 2000). Entre os ecossistemas associados à Mata Atlântica, encontra-se a vegetação de restinga, que recobre toda a faixa tropical atlântica do litoral da América do Sul e apresenta 10 formações vegetais distintas em mosaicos de comunidades vegetais variados. (Pereira 2003; Fundação SOS Mata Atlântica, 1998; Suguio & Tessler, 1984; Suguio & Martin, 1990; Waechter, 1990).

Como formação geológica, as restingas compreendem os cordões arenosos e as planícies costeiras, formados por sedimentos terciários e quaternários depositados predominantemente em ambientes marinhos, continentais ou transicionais (Villwock, 1994). As formações vegetais nas restingas ocorrem sobre um substrato arenoso distrófico e fortemente lixiviado, onde as temperaturas no nível do solo podem ultrapassar os 60°C durante o dia.

Acredita-se que estes ecossistemas são marcados pela baixa resiliência, pois a supressão dessa vegetação ocasionaria uma reposição lenta, geralmente de porte e diversidades menores, onde algumas espécies passam a predominar, principalmente quando submetidas a impactos que incorram em supressão de vegetação (Henriques 1986, Araújo *et al.* 2004, Guedes *et al.* 2006).

Embora protegidas legalmente, as formações de restinga perdem, anualmente, considerável porção de área em decorrência do aumento da ação antrópica ao longo da costa brasileira, acarretando uma contínua destruição e degradação dos componentes biológicos e paisagísticos (Santos e Medeiros 2003). Parte desta da supressão de vegetação pode ser explicada pelo fenômeno da metropolização, observado no Brasil após a segunda grande guerra, que contribuiu para a migração em massa do campo para as cidades e para a intensificação dos impactos ambientais da zona costeira, degradando os ecossistemas litorâneos (Souza 2004, Santos e Medeiros 2003).

A especulação imobiliária vem ora se juntando, ora substituindo a busca de solos agricultáveis como causa de devastação, e uma das formações vegetais tropicais brasileiras que mais tem sofrido é, sem sombra de dúvidas, a restinga. Com o processo de metropolização, a mineração de areia cresce e ve-se ampliado o impacto sobre as restingas. A areia é uma matéria-prima essencial à sociedade, pelo seu uso em grande escala na construção civil e na indústria, o que demanda um grande volume de produção. Segundo dados compilados pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais (2002), há no Brasil cerca de

2.000 empresas dedicadas à mineração de areia, que produziram cerca de 236 milhões de toneladas em 2001 (Almeida e Sanchez 2005). Trata-se aqui de impacto ambiental, que deve ser considerado para além daquilo expresso nas leis ambientais se quer-se compreender os processos das alterações de ordem biofísica, econômica, social ou cultural, oriundas ou não de atividades poluidoras (Sánchez, 1998).

O crescimento da região metropolitana de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, não foi exceção quanto à pressão sobre os ecossistemas costeiros. A área no município de Guarapari, que hoje compreende a APA de Setiba é uma grande região de restinga local de fácil extração de areia com tratores. Esta atividade continuou em curso mesmo com a criação do Parque Estadual de Setiba pelo Decreto Estadual No 2.993-N, de 05 de junho de 1990.

É difícil precisar a data em que terminaram as extrações de areia, mas é possível que o marco de referência seja o ano de 1994, ano em que a Unidade de Conservação mudou de nome por motivo trágico e passou a chamar-se Parque Estadual Paulo César Vinha – PEPCV - em homenagem ao biólogo e ambientalista homônimo que foi assassinado dentro do parque, após investigar e flagrar extração de areia da restinga (Lei Estadual Nº 4.903, de 02 de maio de 1994; CEPENAR 2007). Assumimos, portanto, o ano de 1994 como o que marcou o fim dos acessos de retroescavadeiras e caminhões para retirada de areia no local em estudo.

O Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV), situado em Guarapari - ES, protege uma área considerada de alta relevância ecológica pelo Governo Federal Brasileiro. Apresenta, em apenas 1.574,85ha, nove das dez comunidades vegetais descritas para as restingas (Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 2008). Toda

sua região de abrangência sofreu no passado com a extração de areia, impacto que foi facilmente perceptível quando na realização da pesquisa, 19 anos após o fim das atividades de mineração.

A fim de compreender e avaliar a magnitude do impacto gerado pela atividade de extração de areia no PECV este trabalho visou identificar as evidências florísticas e estruturais para avaliação de perda de riqueza e diversidade biológicas, comparando a metodologia clássica de parcelas contínuas para inventário de indivíduos vegetais (Brower, 1998), com os transectos orientados por gradientes ecológicos – Gradsect – (Gillison & Brewer, 1985) inventariando em cada transecto os Tipos Funcionais de Plantas (PFT) sob a ótica VegClass (Gillison & Carpenter, 2002), na formação arbustiva aberta de restinga, a partir do centro de um buraco aberto provavelmente por retroescavadeira no PEPCV.

PFT são construídos por uma combinação do táxon com um conjunto de até 35 atributos funcionais adaptativos que uma planta vascularizada pode apresentar, incluindo na análise da diversidade a capacidade das espécies em adaptarem-se até às microvariações de condições ambientais existentes no ecossistema. Isto que permite que uma mesma espécie possa ser registrada quantas vezes seja necessário para que seu comportamento adaptativo seja totalmente inventariado.

Quando o foco da pesquisa é a diversidade, o método VegClass apresenta ainda a vantagem de ser rápido pois uma vez combinados, tipos funcionais repetidos encontrados não são registrados no mesmo transecto. Este método mostra-se eficiente quando é utilizado para pesquisa através de gradientes ecológicos e apoia-se na ideia de que a biodiversidade não se distribui de modo aleatório, mas sim responde às condições a que é submetida. Logo, para encontrar a diversidade, definir intencionalmente o local de pesquisa passa a ser lógico vantajoso. Assim, é coerente analisar na paisagem qual é o principal gradiente ecológico na área a ser analisada e quais são as influências de segunda ou terceira ordem ali encontrados (gradientes secundários - GS) e, em cada GS inserir um transecto, acreditando que nas condições mais raras estarão as espécies mais raras, pois estas estão adaptadas às condições mais particulares.

Neste contexto emergem duas questões. Uma delas, de cunho metodológico, que pretende indicar qual dos dois métodos é mais sensível à avaliação da riqueza e da diversidade, e a outra, de cunho ecológico, pretende responder se o impacto causado pela extração de areia produz perda de diversidade e riqueza biológica pontual ou também afeta a área adjacente ao impacto.

2 MÉTODOS

2.1 Localização da área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual Paulo César Vinha. Coordenadas $20^{\circ}34'787\text{ S}$, $040^{\circ}24'917\text{ W}$ (Figura 1).

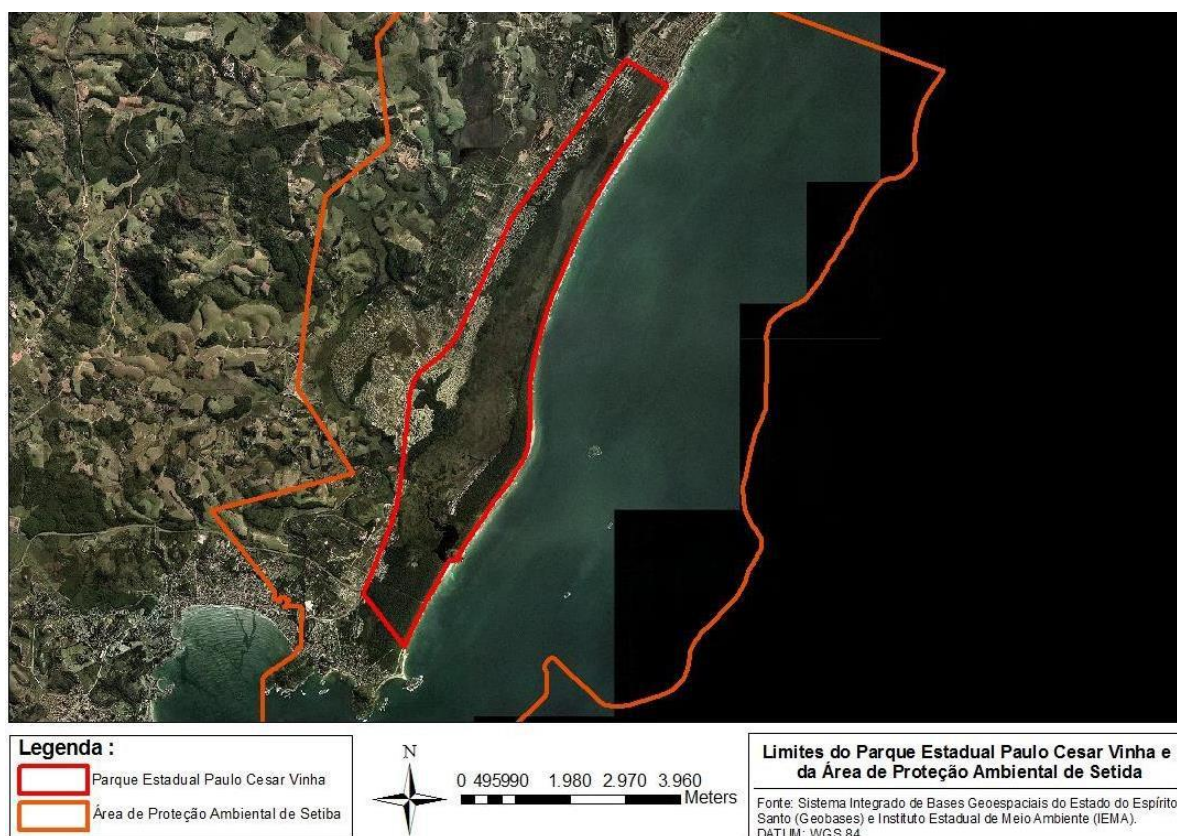


Figura 1 - Parque Estadual Paulo Cesar Vinha (PEPCV) e a Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA de Setiba).

2.2 Avaliação da biodiversidade

Na planície arenosa, bem como no local impactado pela extração de areia foram aplicados os métodos de parcelas contínuas (Brower *et al*, 1998) e o de transectos orientados pelo gradiente ecológico – Gradsects (Gillison & Brewer, 1985). Tanto as parcelas como os transectos foram georreferenciados pelo sistema de coordenadas UTM datum WGS 84.

Na amostragem por parcelas foram implantadas 50 unidades amostrais de 10m x 10m, totalizando 5000m², divididas em três blocos: área impactada pela extração de areia e seu talude arenoso; planície arenosa imediatamente adjacente ao impacto, e outra área de planície arenosa situada a 500m do impacto (Figura 2). Foram registradas nas parcelas todas as plantas com pelo menos 1,5 cm de diâmetro no nível do solo e enraizadas dentro da parcela.

Para o método de Gradsect foram implantados transectos de 40m x 5m, compostos por 8 quadrados de 5m x 5m. Foram instalados 21 transectos, totalizando 168 unidades amostrais em 4200m². Os transectos foram organizados em 6 blocos com pelo menos três transectos cada: três no ponto mais profundo da área impactada, 5m abaixo do nível da planície e com o substrato argiloso à mostra; três no talude arenoso, com inclinação de aproximadamente 45°; quatro na área adjacente ao impacto; cinco na zona intermediária, a 300m da mineração; três na área limítrofe ao brejo e; três na área a 500m do impacto. (Figura 2). Foram incluídos todos os PFT inéditos no transecto.

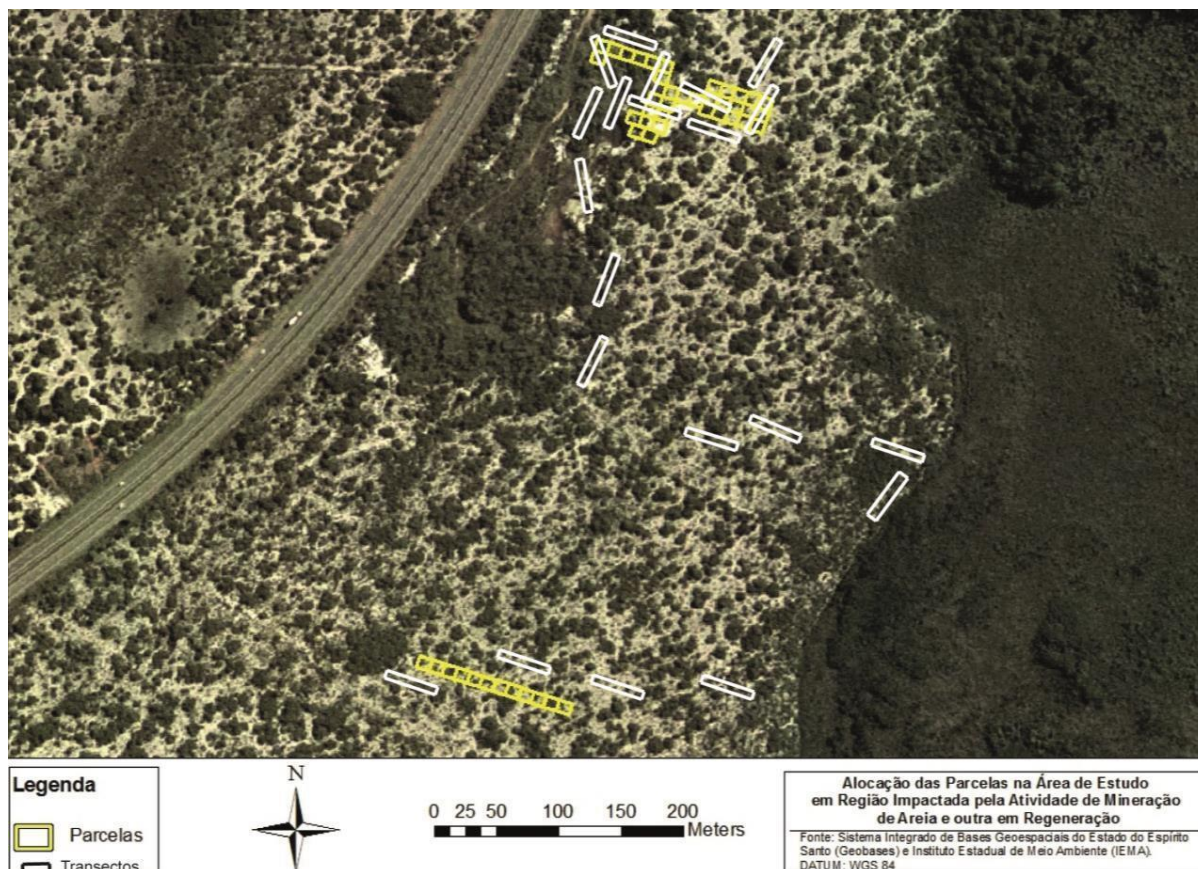


Figura 2 - Parque Estadual Paulo César Vinha apresentando a alocação das parcelas e dos transectos na área do impacto por mineração de areia e adjacências e outra a 500 metros ao sul do ponto de impacto.

Foi adotado o *Angiosperms Phylogenetic Group* – APG III (Bremer et al., 2009) como sistema de classificação e os binômios científicos e seus respectivos autores e famílias foram os disponíveis na base nomenclatural Tropicos®, sediada no Missouri Botanical Garden, por meio de consulta ao site <http://www.tropicos.org> e o The International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/index.html>).

Para analisar os dados referentes à biodiversidade utilizamos o software livre VegClass 2.0 (2004) desenvolvido por Andrew Gillison, do *Center for International Forestry Research* (Gillison, 2006). O VegClass, além de catalogar os registros, gera índices de diversidade de Shannon-Wiener, Simpson e Alpha de Fisher. Foram realizadas análises de variância com pós-teste de Tukey e de correlação linear considerando a significância $p < 0,05$ (Zar, 2010) através da utilização do programa Systat 12 e Graphpad Prism.

Para a avaliação qualitativa, os registros, (indivíduos ou PFTs) foram convertidos numa matriz binária que expressasse a presença ou ausência, sendo excluídos aqueles de ocorrência restrita a uma única amostra e os que estivessem presentes em todas. Foi aplicado o algoritmo da análise de espécies indicadoras – TWINSpan (Hill, 1979) para o estudo do gradiente de espécies vegetais na área avaliada. Esta técnica adota as espécies de plantas distribuídas pelas unidades amostrais (na forma de indivíduos para as parcelas, ou de PFTs para os transectos), como classificadores que foram categorizadas como espécies indicadoras, preferenciais e não preferências para os blocos formados pela maximização das discrepâncias encontradas nas mesmas matrizes qualitativas e quantitativas empregadas (ter Braak, 1987). As análises de gradiente pelo algoritmo de TWINSpan foram realizadas no programa Fitopac versão 2.0 (Shepherd, 1995).

3 RESULTADOS

Em um total de 150 espécies identificadas pelas duas técnicas, apenas 50 foram encontradas por ambas os métodos. Dentre elas, três foram detectadas exclusivamente na técnica de parcelas e 97 exclusivamente pela técnica do Gradsect. Estes resultados asseveram a discrepância entre os dois métodos, pois mesmo considerando que 39 espécies encontradas pelo Gradsect não entrariam no critério de inclusão das parcelas, pois nunca atingem 1,5cm de diâmetro no nível do solo, ainda assim o Gradsect conseguiu ser duas vezes mais sensível à diversidade do que o método de parcelas contínuas. Foram encontradas 13 espécies exóticas com a utilização do método de Gradsect, das quais 6 atenderiam ao critério de inclusão de diâmetro mínimo em parcelas. Mesmo assim apenas uma delas foi detectada com a utilização do método de parcelas (Tabela 1).

Tabela 1 – Espécies identificadas pela aplicação dos métodos de parcelas e de Gradsect para a vegetação arbustiva aberta não inundável na planície arenosa do Parque Estadual Paulo César Vinha.

| Família | Espécies | Gradsect | Parcelas | Diâmetro < 1,5cm |
|---------------|--|----------|----------|------------------|
| Anacardiaceae | <i>Anacardium occidentale</i> L. ² | | x | |
| | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi | x | x | |
| Apocynaceae | <i>Ditassa arianaeae</i> Fontella & E.A. Schwarz | x | | |
| | <i>Mandevilla uniformis</i> (Vell.) K. Schum. | x | | |
| | <i>Mandevilla moricandiana</i> (A. DC.) Woodson ¹ | x | | |
| | <i>Oxypetalum banksii</i> R. Br. ex Schult | x | | |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex integerrima</i> Reissek | x | x | |
| Araceae | <i>Anthurium cleistanthum</i> G. M. Barroso | x | x | |
| | <i>Anthurium parasiticum</i> (Vell.) Stellfeld | x | x | |
| Arecaceae | <i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze | x | x | |
| Aspleniaceae | <i>Asplenium laciniatum</i> D. Don ¹ | x | | x |
| Asteraceae | <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.* | x | | x |
| | <i>Baccharis bahiensis</i> Baker | x | x | |
| | <i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers. ¹ | x | | |
| | <i>Bahianthus viscosus</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob. | x | | |
| | <i>Vernonia fruticulosa</i> Mart. ex DC. | x | x | |
| | <i>Vernonia scorpioides</i> (Lam.) Pers. | x | | |
| | <i>Baccharis trinervis</i> Pers. | x | | |
| Blechnaceae | <i>Blechnum serrulatum</i> Rich ¹ | x | | |
| Bonnetiaceae | <i>Bonnetia stricta</i> (Nees) Nees ex Mart. | x | | |
| Boraginaceae | <i>Varronia verbenacea</i> (DC.) Borhidi | x | | |
| Brassicaceae | <i>Lepidium virginicum</i> L.* | x | | |
| Bromeliaceae | <i>Aechmea lingulata</i> (L.) Baker | x | x | |
| | <i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb. | x | | |
| | <i>Neoregelia pascoaliana</i> L. B. Sm. | x | | |
| | <i>Tillandsia gardneri</i> Lindl. | x | | x |
| | <i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims ¹ | x | | x |
| Bromeliaceae | <i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L. ¹ | x | | x |
| | <i>Vriesea neoglutinosa</i> Mez | x | x | |
| | <i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult.f.) Wittm. | x | x | |
| Burseraceae | <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand ¹ | x | | |

Tabela 1 (cont)– Espécies identificadas pela aplicação dos métodos de parcelas e de Gradsect para a vegetação arbustiva aberta não inundável na planície arenosa do Parque Estadual Paulo César Vinha.

| Família | Espécies | Gradsect | Parcelas | Diâmetro < 1,5cm |
|------------------|--|----------|----------|------------------|
| Cactaceae | <i>Protium icicariba</i> (DC.) Marchand | x | x | |
| | <i>Cereus fernambucensis</i> Lem. | x | x | |
| | <i>Hylocereus setaceus</i> (Salm-Dyck) Ralf Bauer | x | x | |
| | <i>Melocactus violaceus</i> Pfeiff. | x | x | |
| | <i>Pilosocereus arrabidae</i> (Lem.) Byles & G.D. Rowley | x | x | |
| Calophyllaceae | <i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi | x | x | |
| Celastraceae | <i>Maytenus obtusifolia</i> Mart. | x | | |
| | <i>Maytenus schumanniana</i> Loes. | x | | |
| Chrysobalanaceae | <i>Chrysobalanus ovalifolius</i> Schott ¹ | x | x | |
| Cleomaceae | <i>Dactylaena microphylla</i> Eichler ¹ | x | | |
| Clusiaceae | <i>Clusia hilariana</i> Schlttd. | x | x | |
| | <i>Garcinia brasiliensis</i> Mart. | x | x | |
| Combretaceae | <i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler | x | | |
| Convolvulaceae | <i>Evolvulus genistoides</i> Ooststr. | x | x | |
| | <i>Evolvulus maximiliani</i> Mart. ex. Choisy | x | x | |
| Cyperaceae | <i>Fimbristylis bahiensis</i> Steud. | x | | X |
| | <i>Cyperus ligularis</i> L. | x | | X |
| | <i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult. | x | | X |
| | <i>Fuirena umbellata</i> Rottb. | x | | X |
| | <i>Rhynchospora tenuis</i> Link. | x | | X |
| | <i>Scleria hirtella</i> Sw. | x | | X |
| | <i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees | x | | X |
| Dennstaedtiaceae | <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn ^{1*} | x | | X |
| Ericaceae | <i>Agarista revoluta</i> (Spreng.) Hook f. ex Nied | x | x | |
| | <i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn. | x | | |
| Eriocaulaceae | <i>Paepalanthus ramosus</i> (Wikstr.) Kunth | x | | |
| | <i>Paepalanthus tortilis</i> (Bong.) Koern. in C. Martius ¹ | x | | |
| | <i>Syngonanthus imbricatus</i> Ruhland | x | x | |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum lucidum</i> Kunth | x | | |
| | <i>Erythroxylum subsessile</i> (Mart.) O.E. Schulz | x | x | |
| Euphorbiaceae | <i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill. | x | x | |
| | <i>Jatropha urens</i> L. ^{1*} | x | | |

Tabela 1 (cont) – Espécies identificadas pela aplicação dos métodos de parcelas e de Gradsect para a vegetação arbustiva aberta não inundável na planície arenosa do Parque Estadual Paulo César Vinha.

| Família | Espécies | Gradsect | Parcelas | Diâmetro < 1,5cm |
|-----------------|---|----------|----------|------------------|
| | <i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax | x | | |
| | <i>Sebastiania glandulosa</i> (Sw.) Müll. Arg. | x | x | |
| Fabaceae | <i>Acacia mangium</i> Willd ¹ * | x | | |
| | <i>Acosmium bijugum</i> (Vogel) Yakovlev ¹ | x | | |
| | <i>Andira legalis</i> (Vell.) Toledo | x | x | |
| | <i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth. | x | | |
| | <i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth. | x | | X |
| | <i>Chamaecrista cytisoides</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby | x | | |
| | <i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene* | x | | |
| | <i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H. S. Irwin & Barneby | x | x | |
| | <i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.* | x | | X |
| | <i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.* | x | | X |
| Gentianaceae | <i>Schultesia crenuliflora</i> Mart. | x | | X |
| Humiriaceae | <i>Humiria balsamifera</i> Aublet. ¹ | x | | |
| Icacinaceae | <i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers | x | | |
| Lamiaceae | <i>Hyptis brevipes</i> Poit. | x | | X |
| Lauraceae | <i>Cassytha filiformis</i> L. | x | | X |
| | <i>Ocotea notata</i> (Nees & Mart.) Mez | x | x | |
| Loranthaceae | <i>Struthantus polyrrhizos</i> (Mart. ex Roem. & Schult.) Martius ex G. Don | x | | X |
| Lythraceae | <i>Cuphea flava</i> Spreng. | x | | |
| Malpighiaceae | <i>Byrsonima sericea</i> DC. | x | x | |
| | <i>Peixotoa hispidula</i> A. Juss. | x | | |
| Malpighiaceae | <i>Stigmaphyllon paralias</i> A. Juss. | x | x | |
| Malvaceae | <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns | x | | |
| | <i>Waltheria aspera</i> K. Schum. | x | | |
| Melastomataceae | <i>Comolia ovalifolia</i> Triana ¹ | x | | |
| e | <i>Marcetia taxifolia</i> (A. St.-Hil.) DC. | x | | |
| | <i>Pterolepis paludosa</i> Cogn. | x | | |
| | <i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill. | x | | |
| | <i>Tibouchina urceolaris</i> Cogn. | x | | |
| Molluginaceae | <i>Mollugo verticillata</i> L. | x | | X |
| Myrtaceae | <i>Calyptranthes brasiliensis</i> Spreng. | | x | |
| | <i>Eugenia rotundifolia</i> Casar. | x | | |

Tabela 1 (cont)– Espécies identificadas pela aplicação dos métodos de parcelas e de Gradsect para a vegetação arbustiva aberta não inundável na planície arenosa do Parque Estadual Paulo César Vinha.

| Família | Espécies | Gradsect | Parcelas | Diâmetro < 1,5cm |
|------------------|---|----------|----------|------------------|
| | <i>Marlierea neuwiedean</i> (O. Berg) Nied. | x | x | |
| | <i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg | x | x | |
| | <i>Neomitranthes obscura</i> (DC.) N. Silveira | x | x | |
| | <i>Neomitranthes obtusa</i> Sobral & Zambom | x | | |
| Nyctaginaceae | <i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz | x | x | |
| | <i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell | x | x | |
| Ochnaceae | <i>Ouratea cuspidata</i> Tiegh. | x | x | |
| | <i>Sauvagesia erecta</i> L. | x | | x |
| Onagraceae | <i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H. Hara ¹ | x | | x |
| Orchidaceae | <i>Catasetum discolor</i> (Lindl.) Lindl. | x | | |
| | <i>Cattleya guttata</i> Lindl. ¹ | x | | |
| | <i>Cyrtopodium holstii</i> L.C. Menezes | x | x | |
| | <i>Epidendrum denticulatum</i> Barb. Rodr. | x | | |
| | <i>Habenaria leptoceras</i> Hook. ¹ | x | | |
| | <i>Vanilla bahiana</i> Hoehne | x | | x |
| | <i>Vanilla chamissonis</i> Klotzsch | x | | x |
| Passifloraceae | <i>Passiflora galbana</i> Mast. | x | | x |
| | <i>Passiflora mucronata</i> Lam. | x | | x |
| Passifloraceae | <i>Passiflora pentagona</i> Mast. | x | x | |
| | <i>Turnera angustifolia</i> Mill. ^{1*} | x | | x |
| Pentaphylacaceae | <i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess. | x | x | |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus klotzschianus</i> Müll. Arg. | x | x | |
| Phytolaccaceae | <i>Microtea paniculata</i> Poq. | x | x | |
| Poaceae | <i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth ^{1*} | x | | x |
| | <i>Axonopus aureus</i> P. Beauv. | x | | x |
| | <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. ^{1*} | x | | x |
| | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd. | x | | x |
| | <i>Panicum trinii</i> Kunth | x | | x |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba alnifolia</i> Casar. | x | | |
| | <i>Coccoloba arborescens</i> R. A. Howard | x | x | |
| Polypodiaceae | <i>Microgramma persicariifolia</i> (Schrad.) C. Presl. | x | | x |

Tabela 1 (cont) – Espécies identificadas pela aplicação dos métodos de parcelas e de Gradsect para a vegetação arbustiva aberta não inundável na planície arenosa do Parque Estadual Paulo César Vinha.

| Família | Espécies | Gradsect | Parcelas | Diâmetro < 1,5cm |
|-------------------|---|-------------|------------|------------------|
| | <i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel. | x | | x |
| Primulaceae | <i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze ¹ | x | | |
| | <i>Myrsine umbellata</i> Mart. | | x | |
| Pteridaceae | <i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link | x | | x |
| Rubiaceae | <i>Melanopsidium nigrum</i> Colla | x | x | |
| | <i>Mitracarpus frigidus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K. Schum. | x | | |
| | <i>Salzmannia nitida</i> DC ¹ | x | | |
| | <i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav. | x | | |
| | <i>Spermacoce verticillata</i> L. | x | | |
| | <i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart. | x | x | |
| Sapindaceae | <i>Cupania emarginata</i> Cambess ¹ | x | | |
| Sapindaceae | <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.* | x | | |
| | <i>Paullinia weinmanniaefolia</i> Mart. | x | x | |
| | <i>Serjania salzmanniana</i> Schltr. | x | x | |
| | <i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard | x | x | |
| Schoepfiaceae | <i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC. | x | x | |
| Schrophulariaceae | <i>Esterhazyia splendida</i> J. C. Mikan | x | | |
| Smilacaceae | <i>Smilax rufescens</i> Griseb. | x | | x |
| Verbenaceae | <i>Lantana camara</i> L. ^{1*} | x | x | |
| | <i>Lantana pohliana</i> Schauer | x | | |
| | <i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl | x | x | |
| Violaceae | <i>Hybanthus calceolaria</i> (L.) Oken | x | | x |
| Xyridaceae | <i>Xyris jupicai</i> Rich. | x | | x |
| | 150 espécies inventariadas na área | 147 acertos | 53 acertos | 39 |

¹ Espécies encontradas em apenas um transecto

² Espécies que ocorreram em apenas uma parcela

* Espécies Exóticas e Invasoras

Descrevendo a natureza dos registros e o esforço para amostrar a diversidade, temos que o método de parcelas amostrou 2320 indivíduos para encontrar 53 espécies, enquanto o de Gradsect amostrou 986 PFTs para encontrar nas 147 espécies em 128 *modi* diferentes. O índice de diversidade de Shannon-Wiener H' pelo método de parcelas foi de 3,27, enquanto que, com Gradsect, o índice foi de 4,65 (Tabela 2).

Tabela 2– Indicadores gerais de riqueza e diversidade biológica para as áreas amostradas para a vegetação arbustiva aberta não inundável.

| Indicadores | Parcelas | Gradsect |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Indivíduos amostrados | 2.320 | 986 |
| Espécies encontradas | 53 | 147 |
| Shannon-Wiener H' | 3,27 | 4,65 |
| Equidade J | 0,82 | 0,93 |
| Área amostrada | 5000m ² | 4200m ² |
| Unidades amostrais | 50 | 168 |

Mesmo considerando as diferenças nos critérios de inclusão na amostragem por cada técnica e o fato de no método de parcelas haver mais que o dobro de registros de indivíduos frente ao número de PFTs amostrados, os índices médios para expressão de riqueza e diversidade obtidos com o Gradsect foram maiores que os obtidos pelo método de parcelas, (Tabela 3).

Tabela 3 - Índices médios de expressão de riqueza e diversidade estimados para a área segundo as métodos de Gradsect e de Parcelas.

| Parâmetros | Parcelas | Gradsect |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Número de espécies | 9.600±1.580 | 43.571±6.602 |
| Simpson | 0,682±0,0710 | 0,962±0,007 |
| Número de registros | 46.400±12.030 | 46.952±7.646 |
| Riqueza | 6.209±546 | 11.255±1.259 |
| Equidade J | 0.471±0.064 | 0.936±0.017 |
| Shannon-wiener | 1.531±200 | 3.467±158 |

No que diz respeito à aferição da riqueza de espécies, o método Gradsect mostrou-se mais sensível que a de Parcelas (Tabela 4)., pois, além de seu método de inclusão ser mais amplo, seus transectos foram intencionalmente instalados em áreas visivelmente distintas, o que resultou em um alto sucesso de identificação e inclusão de espécies.

Tabela 4- Sensibilidade dos métodos à riqueza de espécies consensualmente achadas

| Método | Espécies encontradas (N) | Espécies passíveis de serem encontradas (NP) | Sensibilidade do método à riqueza (N/NP) |
|-----------|--------------------------|--|--|
| Parcelas | 53 | 108 | 0.4907 |
| Gradsects | 147 | 150 | 0.98 |

A análise do gradiente com Gradsects evidenciou a relevância ecológica da área, o que está expresso pela raridade das espécies encontradas. Dos 118 gêneros diagnosticados 95 ocorreram com apenas um táxon e 29 das 61 famílias apresentaram-se monoespecíficas. Mesmo no nível de espécie, notamos que 27 táxons só ocorrem uma vez, 20 táxons duas vezes, e 17 táxons três vezes (Figura 3) considerando toda a área de estudo.

A raridade dos táxons acima descritos pode ser confirmada pela presença em não mais de três transectos em toda a área de estudo, o que nos traz evidências que estas espécies estão limitadas as condições particulares dos gradientes secundários onde foram encontradas. Esta realidade traz a tona o risco iminente de extirpação destes táxons.

No método de parcelas, a saturação da capacidade amostral e a curva do coletor tiveram estabilização simultânea, com 5 pontos de queda cada 500m² (Figuras 4a-b). No método de Gradsects a saturação amostral ocorreu no 128^o quadrat, com 40 pontos de queda (1000m²) no índice de riqueza, enquanto que a curva do coletor só se estabilizou a partir da 145^a unidade amostral. No entanto, uma análise mais criteriosa demonstra que há uma saturação na capacidade amostral maior nos últimos quadrats de cada bloco relativo ao método de Parcelas do que no método de Gradsects (Figuras 3a -b).

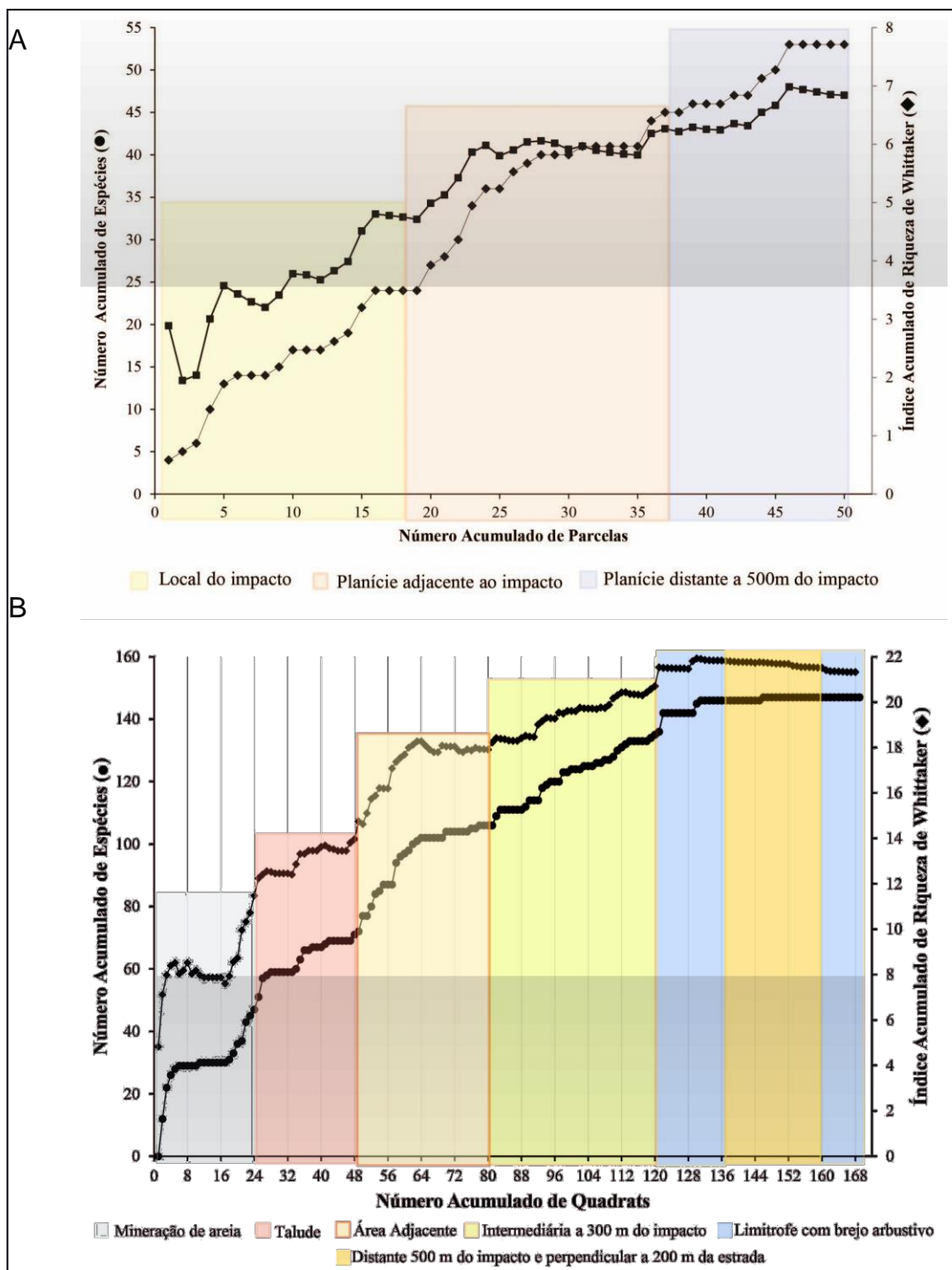


Figura 3 Saturação da capacidade amostral e da curva do coletor: a) Parcelas; b) Gradsects.

A distribuição da biodiversidade mostra um gradiente crescente na medida em que os transectos foram implantados mais distantes do ponto de impacto (Figura 3).

Como demonstrado na Tabela 5, a biodiversidade do fundo e do talude não apresentam diferenças significativas, mas ambas diferem da área adjacente e das

áreas intermediária e distante). A região da borda do brejo que apresentou grande diversidade entre os transectos, não diferiu da área de mineração e da área preservada.

Tabela 5– Análise de variância com pós-teste de Tukey comparando a biodiversidade de cada bloco.

| Comparações | Diferença média | Q | Valor de P | |
|----------------------------|-----------------|--------|------------|---------|
| Buraco vs Talude | -1,000 | 0,2029 | ns | P>0,05 |
| Buraco vs Adjacente | -21,417 | 4,646 | * | P<0,05 |
| Buraco vs Intermediária | -39,667 | 9,000 | *** | P<0,001 |
| Buraco vs Brejo | -10,000 | 2,029 | ns | P>0,05 |
| Buraco vs Distante | -24,667 | 5,006 | * | P<0,05 |
| Talude vs Adjacente | -20,417 | 4,583 | * | P<0,05 |
| Talude vs Intermediária | -38,667 | 8,773 | *** | P<0,001 |
| Talude vs Brejo | -9,000 | 1,826 | ns | P>0,05 |
| Talude vs Distante | -23,667 | 4,803 | * | P<0,05 |
| Adjacente vs Intermediária | -18,250 | 4,508 | ns | P>0,05 |
| Adjacente vs Brejo | 11,417 | 2,477 | ns | P>0,05 |
| Adjacente vs Distante | -3,250 | 0,7051 | ns | P>0,05 |
| Intermediária vs Brejo | 29,667 | 6,731 | ** | P<0,01 |
| Intermediária vs Distante | 15,000 | 3,403 | ns | P>0,05 |
| Brejo vs Distante | -14,667 | 2,976 | ns | P>0,05 |

Confirmando os dados apresentados na figura 5 a região intermediária foi a região que apresentou maior número e diversidade de espécies diferindo muito ($p<0,001$) do Fundo do buraco de escavação, menos do talude ($p<0,01$) e menos ainda ($p<0,05$) da região a 500 metros considerada distante.

Para comparar a efetividade dos dois métodos, Gradsect e Parcelas, os blocos do Gradsect foram reagrupados de modo a corresponder a região aferida pelo método de parcela desta forma não foi incluído nesta análise o bloco adjacente ao brejo. É possível demonstrar que há diferenças significativas na aferição da riqueza na biodiversidade nas três regiões aferidas, tendo o Gradsect demonstrado maior sensibilidade na região intermediária ($p<0,001$) seguido pela região do impacto ($p<0,01$), e pela região distante ($p<0,01$).

Na análise de gradiente por espécies indicadoras, os registros obtidos pelo método de Gradsect evidenciaram um menor número de divisões na análise (Figura 4) quando comparado com o método de parcelas (Figura 5a-c). O buraco

originado pela remoção de areia foi caracterizado pelas Cyperaceae, entre elas, *Fimbristylis bahiensis* (Figura 4).

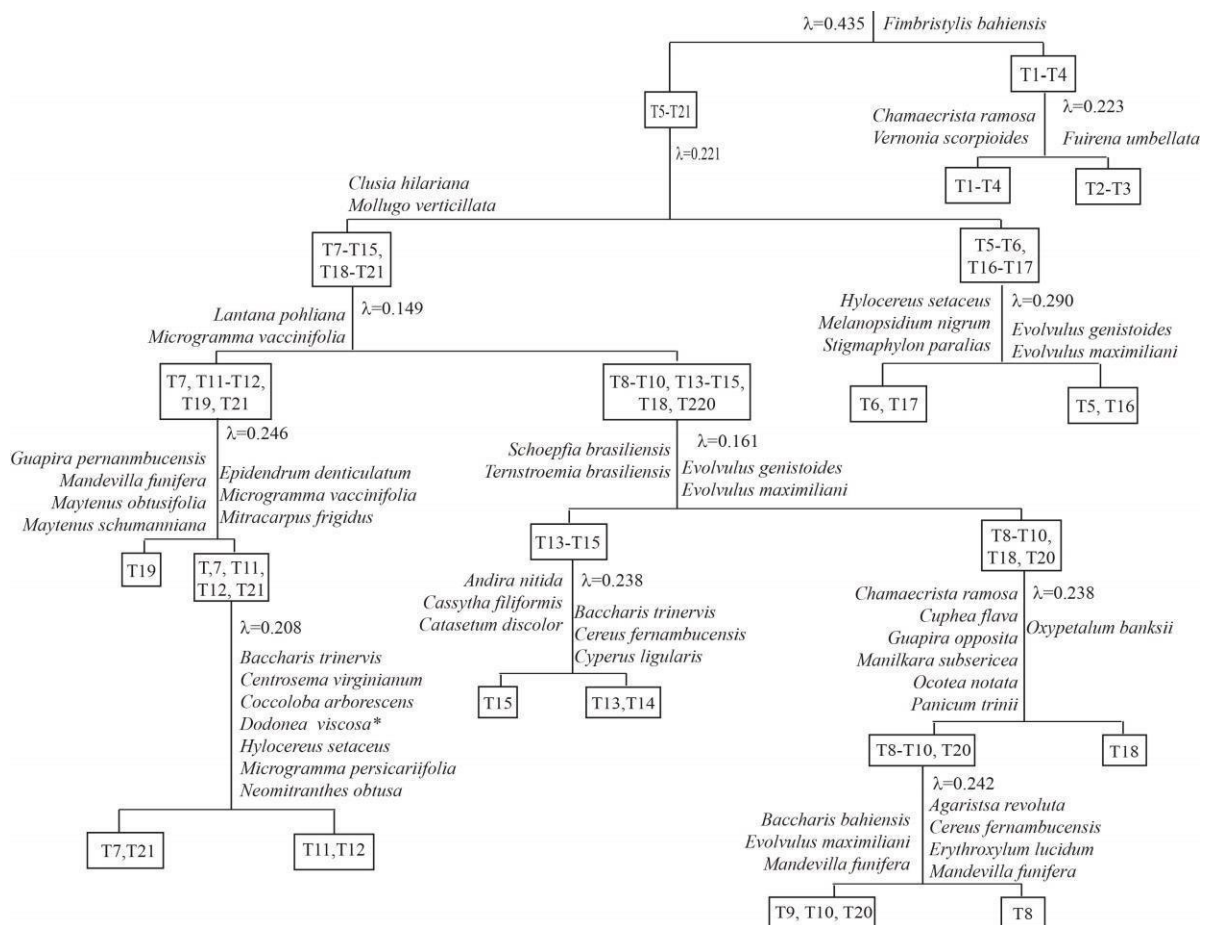


Figura 4 – Diagrama de ordenação da análise de espécies indicadoras para os transectos amostrados numa área de vegetação arbustiva aberta não inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari ES. T: transecto

Outro aspecto interessante e característico dos gradientes, é que não necessariamente unidades amostrais próximas mantêm correlação entre si, como foi o caso dos transectos 1 e 4 (T1 e T4) o primeiro no fundo do buraco e o segundo no talude de areia, perpendicular ao primeiro. A região de impacto ficou bem destacada da planície arenosa adjacente e distante 500m deste local. Como o fundo da região impactada foi marcado pela maior presença de espécies não lenhosas, o método de Gradsect foi particularmente sensível à diversidade local.

Pelo método de parcelas, a distinção entre a região impactada e a não impactada foi menos perceptível (Figura 5). Porém, entre as espécies indicadoras, estavam algumas como *Protium icariba* e *Clusia hilariana* que já foram utilizadas nas definições de formações vegetais.

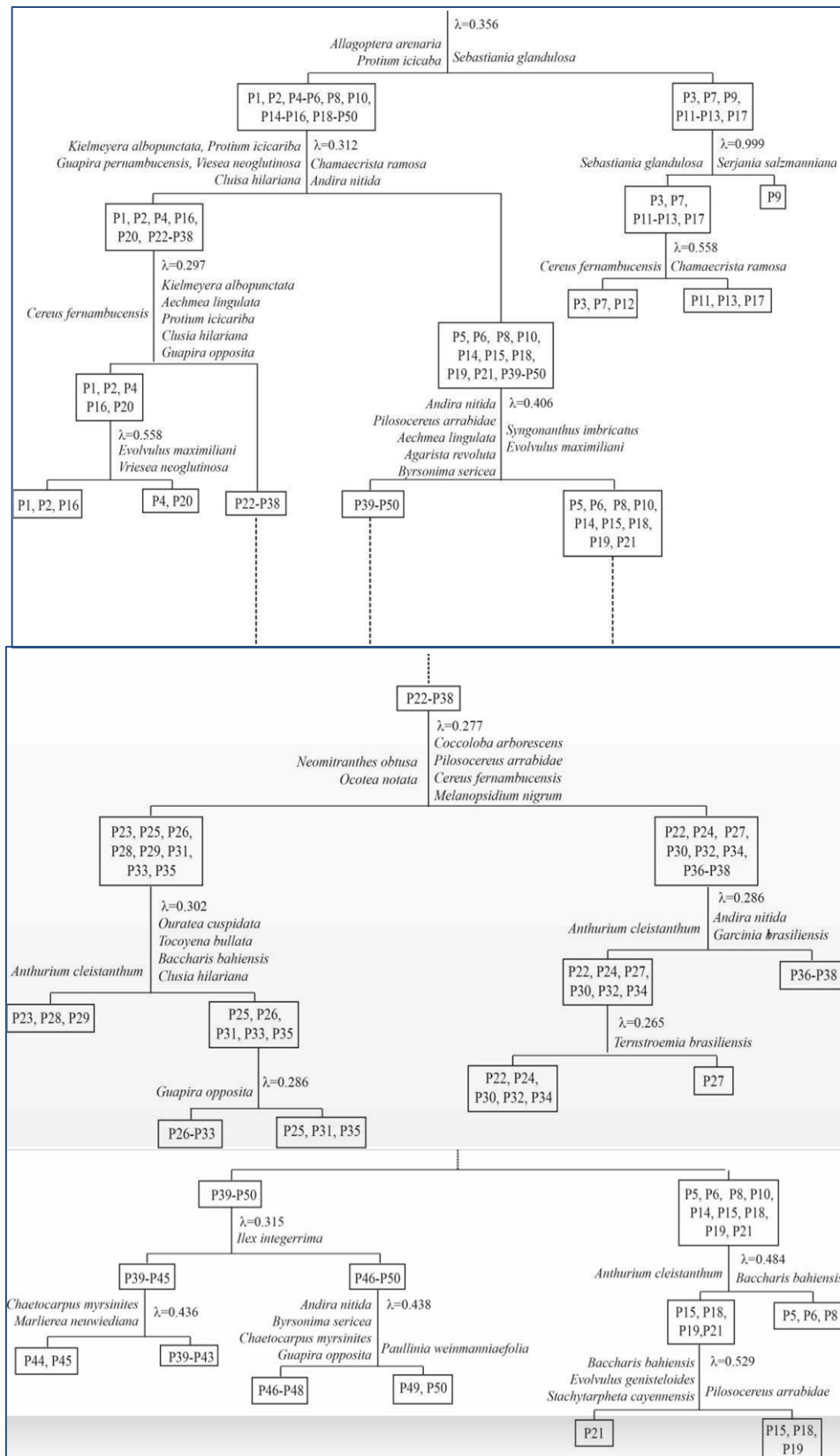


Figura 5 A) Diagrama de ordenação da análise de espécies indicadoras para as parcelas amostradas numa área de vegetação arbustiva aberta não inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari ES. B) continuação da análise de P22-P38 C) continuação da análise de P39-P50 e C) continuação da análise de P5, P6, P8, P10, P14, P15, P18, P19, P21.

4 DISCUSSÃO

As famílias com maior riqueza de espécies na área em estudo foram Fabaceae, Bromeliaceae e Myrtaceae. A superioridade de riqueza das famílias de Bromeliaceae e Myrtaceae destacam-se nos trabalhos realizados em restinga como em Fabris & César (1996). As Bromeliaceae foram consideradas de maior riqueza florística na região de moitas (Pereira 2007). Bromeliaceae tem sido citada como uma das famílias mais representativas nas restingas (Henriques et al. 1986, Sá 1992, Fabris & Pereira 1998, Pereira & Zambom 1998, Cogliatti-Carvalho et al. 2001). Dentre as bromeliaceae levantadas neste trabalho, nota-se que o gênero de maior riqueza é a *Aechmea lingulata*, como também citado por (Rocha-Pessoa et al. 2008).

A riqueza de espécies apresentada pela família Myrtaceae é um fato comumente observado nos estudos em restinga, como apontado por Castro et al. (2007). Este fato também foi constatado em outras formações de restinga como por Fabris et al. (1990), Assumpção & Nascimento (2000), Pereira et al. (2001) e Thomazi (2009), dentre outros.

Embora a diversidade de espécies vegetais encontradas na área estudada tenha sido praticamente a mesma ($3,30 \text{ nats.ind}^{-1}$) que a obtida para uma área próxima fora dos limites do Parque, o índice de riqueza encontrado nos limites do parque foi menor que o determinado para uma área paralela à que foi amostrada, na área de Proteção Ambiental de Setiba – APA- Setiba, localizada fora dos limites do Parque (Thomazi 2009).

Para uma mesma área amostral, foram encontrados um número de indivíduos, índice de riqueza de táxons e índice de diversidade menores que os da área fora do Parque (Thomazi 2009). Enquanto a área amostrada na APA de Setiba, em local separado, apenas pela rodovia ES-060 da atual área de trabalho. Um número igual de parcelas apresentou número de indivíduos 25 % maior.

Considerando que 20 das 50 parcelas implantadas no PEPCV estavam no talude da área em regeneração após retirada de areia, uma análise prospectiva sugere que esses valores poderiam ser na realidade maiores que os observados, se todas as parcelas tivessem sido implantadas na área não impactada do

Parque, assim como foi feito na APA de Setiba (Thomazi 2009). Isto daria uma projeção de um número possível de indivíduos de no mínimo 3095, riqueza de 9,12 e índice de diversidade (H') de 4,36 nat.ind⁻¹. Isto caracteriza uma perspectiva de maior riqueza e diversidade biológicas se a amostragem tivesse sido realizada em áreas não impactadas.

Mesmo assim, o índice de diversidade de Shannon (H') obtido neste estudo foi menor apenas três décimos que o obtido por Thomazi (2009) para o mesmo tipo de vegetação, porém que não sofreu o impacto da extração de areia, mas foi maior que os outros quatro trabalhos realizados no mesmo tipo vegetacional (Montezuma & Araújo 2007, Pereira et al. 2001, Castro et al. 2007, Pereira & Araújo 1995). Quanto à equitabilidade o presente estudo apresentou valores superiores, mas próximos, ao encontrado pelos autores estudando a mesma formação (Tabela 4).

De uma maneira geral, estudos em vegetação arbustiva tendem a apresentar uma concentração de importância estrutural em um pequeno número de espécies como nos estudos realizados por Pereira et al (2001) Castro et al. (2007). Mesmo assim, há casos como o *Vriesea neoglutinosa* é listada por Kollmann et al.(2007) como espécie vulnerável a extinção para o estado do Espírito Santo e que apresentam alta representatividade na formação arbustiva aberta. Rocha- Pessôa et al. (2008) estudando a distribuição de Bromeliaceae na restinga de Massambaba, RJ, obtiveram os maiores valores de riqueza de espécies, densidade, abundância e biomassa na vegetação de aberta de *Clusia*. Na restinga de Jurubatiba, Pereira et al. (2004) apontaram como as famílias de maior importância, Arecaceae e Bromeliaceae respectivamente, onde a importância da segunda é confirmada pelo elevado valor de cobertura encontrado, principalmente no caso de *Vriesea neoglutinosa*.

Uma questão importante foi que a técnica de Gradsect ao permitir o a amostragem de plantas não lenhosas, conseqüentemente permitiu também o encontro de espécies de Cyperaceae, Poaceae, Gentianaceae, Melastomataceae e Violaceae típicas de formações brejosas na restinga (Valadares et al. 2011). A importância das Bromeliaceae para o ecossistema de restinga é confirmada por elevados valores de cobertura, como por exemplo, no caso de *Vriesea neoglutinosa*, na Ilha Grande/RJ (Nunes-Freitas et al. 2009).

Uma análise comparativa da literatura demonstra que a técnica de parcelas apesar de um esforço amostral muito grande não apresenta índices de diversidade (H') e equitabilidade (J) maiores que a técnica do Gradsect. Por exemplo, podemos citar o presente trabalho, que avaliou uma região Arbustiva aberta, registrando 2320 indivíduos encontrando 53 espécies apresentando índices de diversidade ($H'=3,27$) e equitabilidade ($J=0,82$). Em um outro estudo realizado em restinga de Maricá, no Rio de Janeiro, pelo método de parcelas na ($H' = 2,43, J = 0,70$) apesar de terem sido inventariados naquela área 1450 indivíduos só identificaram 49 espécies, Pereira & Araújo (1995). O trabalho de Montezuma & Araujo (2007) apresenta os dados de avaliação de uma região Arbustiva inundável utilizando a técnica de Parcelas. Estes autores inventariaram 1135 indivíduos encontrando 43 apresentando assim $H' = 2,63$ e $J = 0,79$. Nesta mesma direção o trabalho de Thomazi (2009) que também utilizou a técnica de Parcelas em uma área Arbustiva aberta, inundável e não inundável apresentou o maior esforço inventariando 4224 indivíduos, no entanto encontraram aproximadamente o mesmo número de espécies (65) e índices $H' = 3,30$ e $J = 0,79$. Realizando uma meta-análise dos trabalhos realizados por Montezuma & Araujo (2007), Pereira & Araujo (1995), o presente trabalho, e de Thomazi (2009) ordenados pelo esforço amostral (1135, 1450 2320 e 4224 indivíduos inventariados respectivamente) podemos observar uma correlação positiva ($p<0,01$) com o respectivo número de espécies identificadas (43, 49, 53, 65). O coeficiente de correlação é $(r) = 0,9847$. $r^2 = 0,9697$ com desvio padrão dos resíduos $(Sy.x) = 1,981$. Com estes dados seriam necessários um esforço amostral de 17.000 indivíduos para identificar todas as espécies na área de restinga com a técnica de parcelas.

Por outro lado Pereira et al. (2001) e Castro et al. (2007) avaliaram respectivamente uma área Arbustiva fechada e uma área Arbustiva aberta não inundável utilizando a técnica de Intercepção de linha. Estes autores demonstraram que esta técnica exige um esforço amostral menor (Pereira - 398 indivíduos amostrados e Castro - 422 indivíduos amostrados), identificando respectivamente 42 e 30 espécies $H' = 2,84$ e $2,67$. No entanto nenhum outro trabalho apresentou, até onde temos conhecimento, uma relação esforço amostral número de espécies semelhante a técnica do Gradsect aplicada no presente trabalho onde identificamos

147 espécies amostrando 985 indivíduos apresentando o mais alto índice $H' = 4,65$ e $J = 0,93$

A aplicação do método de quadrados múltiplos na mesma faixa de restinga em que foram implantadas as linhas para o método de ponto quadrantes, Oliveira (2011) também encontrou índices de riqueza de táxons, diversidade e equitabilidade menores que os deste trabalho, apesar de terem sido inventariados 2146 indivíduos, mais que oito vezes mais que os amostrados pelo ponto quadrante. Os referidos índices deste trabalho só foram ultrapassados pelo método de quadrados múltiplos nesta mesma área (Bruno, 2012), quando foram utilizadas 860 unidades amostrais, quase 12 vezes o número de pontos quadrantes, e incluídos 3090 indivíduos, também quase 12 vezes maior que os amostrados pelos pontos quadrantes.

A vegetação entre moitas se caracteriza por ocupar uma área na restinga com condições ainda bem críticas para a colonização de plantas na restinga, recobrando manchas de areia exposta entre as moitas. A colonização da planície arenosa faz com que as restingas sejam consideradas ambientes de baixa resiliência, uma vez que sua vegetação se encontra sobre solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes (Araújo et al. 2004, Guedes et al. 2006), com temperaturas que podem ultrapassar 60° C (Mantovani & Iglesias 2008).

Entre as espécies vegetais encontradas, *Sebastiania glandulosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Evolvulus maximilliani*, *Syngonanthus imbricatus*, *Vernonia fruticulosa* e *Cereus fernambucensis* apresentam um porte predominantemente herbáceo, frequentemente descritas em estudos da estrutura da vegetação que ocorre entre as moitas da vegetação de restinga, tanto nos limites do PEPCV (Pereira & Araújo 1995), em outras regiões geograficamente próximas, como em Vitória (Pereira & Assis 2000); outras regiões mais distantes do Espírito Santo, como em Linhares (Colodete & Pereira 2007); e mesmo em outras áreas de restinga do Brasil (Pereira et al. 2004, Sacramento et al. 2007).

A região entre moitas pode apresentar uma alta riqueza e diversidade de espécies tais como: *Chamaecrista ramosa*, *Evolvulus maximilliani* e *Cuphea flava*, (Menezes & Faria 2004), o que corrobora com os dados encontrados no presente estudo, onde *Chamaecrista ramosa* foi a espécie mais abundante, com 35

indivíduos. Na área em estudo, a proporção de famílias e de gêneros monoespecíficos na lista florística foi elevada e áreas que apresentam um elevado número de famílias com somente uma espécie como observado, sugerem um padrão característico de locais de alta riqueza (Ratter *et al.* 2003).

O método de parcelas permitiu detectar diferenças significativas em riqueza e diversidade biológica na planície em torno do foco de extração de areia, enquanto para o Gradsect não houve diferenças significativas de riqueza e nem de diversidade entre os blocos de transectos amostrados. A perda da riqueza e, conseqüentemente da diversidade biológica, representa uma das implicações mais imediatas de impactos desta natureza. Devido ao fato das restingas serem consideradas ambientes de baixa resiliência, uma vez que sua vegetação se encontra sobre solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes (Araújo *et al.* 2004, Guedes *et al.* 2006), a recomposição da vegetação numa área suprimida é demasiadamente lenta, geralmente marcada por espécies cujos indivíduos apresentam um menor porte, com a dominância desequilibrada de algumas poucas espécies e implicando em perda da diversidade biológica (CONAMA 1996).

As parcelas localizadas nos taludes inclinados produzidos pela remoção da areia pela mineração, apresentaram menores índices de riqueza de táxons que os demais blocos amostrados. Entre as espécies vegetais que ocupam os taludes inclinados que se definiram após a extração de areia e que tiveram apresentaram uma associação altamente significativa à declividade do terreno, como *Sebastiania glandulosa*, *Chamaecrista ramosa*, *Evolvulus maximilliani*, *Syngonanthus imbricatus*, *Vernonia fruticulosa*, *Melocactus violaceus* e *Cereus fernambucensis* apresentam um porte predominantemente herbáceo, frequentemente descritas em estudos da estrutura da vegetação que ocorre entre as moitas da vegetação de restinga, tanto nos limites do PEPCV (Pereira & Araújo 1995), em outras regiões geograficamente próximas, como em Vitória (Pereira & Assis 2000); outras regiões mais distantes do Espírito Santo, como em Linhares (Colodete & Pereira 2007); e mesmo em outras áreas de restinga do Brasil (Pereira *et al.* 2004, Sacramento *et al.* 2007). Em outro extremo, os maiores índices de riqueza de táxons foram obtidos no bloco de parcelas a 500 m de distância da área em que ocorreu o impacto, onde se concentraram as maiores dominâncias, abundâncias e ocorrências das espécies

com indivíduos arbustivos de maior porte e frequentemente associados à formação de moitas.

A ocorrência de um ambiente heterogêneo, em termos de oferta de microssítios favoráveis, em associação com o modo de propagação vegetativa poderia, desta forma, determinar a ocupação horizontal agrupada das espécies de bromélia na área amostral, da mesma forma como foi constatado para *Vriesea incurvata*, na planície arenosa costeira do Paraná (Negrele & Muraro 2006).

Um detalhe que chama atenção é que, apesar da importância ecológica das bromélias na restinga, uma outra espécie, *Panicum trinii*, cujo PFT seria idêntico ao de uma bromélia, a não ser pela diferença na natureza das raízes que são absorventes em *P. trinii* e apenas fixadoras nas bromélias. Porém, nas áreas do talude de areia, *P. trinii* foi mais abundante, enquanto as bromélias foram raras. Este fato pode representar uma questão importante no processo de produção de cobertura vegetação na formação arbustiva aberta da restinga, onde está Poaceae, bromélias e algumas espécies arbustivas poderiam funcionar como espécies facilitadoras, capazes de produzir condições mais favoráveis à germinação e estabelecimento de novas espécies vegetais, do que o perfil usual esperado para a restinga, onde o substrato arenoso, altamente drenado e lixiviado, exposto a forte insolação, produz um ambiente pobre em nutrientes e umidade, sujeito a temperaturas que podem ultrapassar os 60°C durante o dia, como acima mencionado. (Zaluar & Sacarano 2000).

Este tipo de interação tem caracterizado uma síndrome descrita como *nurse plant syndrome* (Niering et al 1963) ou *nurse-protégé* (Cody 1993) ou síndrome das plantas-berçário (Zaluar e Scarano, 2000). Este tipo de interação positiva de plantas tem sido relatada para ambientes xerofíticos, como a restinga (Scarano 2002, Martinez & Garcia-Franco 2003, Scarano et al. 2004, Beduschi & Castellani 2008). As plantas consideradas “berçários” são tidas como facilitadoras para a germinação, o estabelecimento e/ou crescimento de outras espécies vegetais (Zaluar & Scarano, 2000). Nestes tipos de interação, o resultado final do processo tende a ser uma resultante de um conjunto de variadas interações muito complexas, que levam a uma diminuição da competição em ambientes com críticos para a disponibilidade de água e nutrientes (Callaway, 1995; Armas & Pugnaire, 2005).

A interação das plantas-berçário resulta na produção de um padrão espacial agregado para as espécies que estão envolvidas nelas (Callaway 1995), ao mesmo tempo em que ocorre também uma forte correlação entre o padrão de espacial da espécie tida como beneficiária, com o daquelas que funcionam com facilitadoras ou berçário (Armas & Pugnaire 2005).

Nas áreas dos blocos de parcelas em que não houve impacto direto de remoção de areia, as espécies de Bromeliaceae e a palmeira *Allagoptera arenaria* tiveram uma expressiva representatividade em termos de dominância, abundância e frequência. No entanto, na área do talude em regeneração espontânea, apenas *A. arenaria* foi encontrada. Na vegetação de restinga, a origem das moitas na formação arbustiva aberta tem sido atribuída à interação das plantas-berçário e, nas restingas do Rio de Janeiro, espécies como a palmeira *A. arenaria* e bromélias como *Aechmea nidiculais* e *A. lingulata* têm sido fortemente associadas à este tipo de estruturação vegetal (Zaluar & Scarano 2000, Scarano 2002, Martinez e Garcia- Franco 2003, Scarano et al. 2004). Contudo, na área que se encontra em regeneração natural as bromélias praticamente não ocorreram.

É possível que estas espécies tidas como espécies berçário demandem ou uma superfície sem declividades tão evidentes para começar a se estabelecer, ou a produção de um mínimo de biomassa prévia, capaz de reter umidade e fornecer nutrientes para os estabelecimentos pioneiros. De fato, a germinação experimental das bromélias *Neoregelia cruenta*, *Aechmea nudicaulis* e *Vriesea neoglutinosa* revelaram que suas sementes desidratam com muita facilidade, perdendo viabilidade a temperaturas superiores a 50°C, e suas plântulas foram extremamente sensíveis a temperaturas da mesma ordem, além de serem bastante sensíveis ao soterramento, não conseguindo emergir quando a profundidade excedeu 10 mm, impedindo sua atuação como pioneiras no processo de colonização da planície arenosa (Mantovani & Iglesias 2008).

Contudo, para que haja a formação de moitas é necessário o estabelecimento de espécies pioneiras (Henriques *et al* 1984). Este fato pode indicar uma questão importante no processo de produção de cobertura da vegetação na formação arbustiva aberta da restinga, onde bromélias e algumas espécies arbustivas poderiam funcionar como espécies facilitadoras, capazes de produzir condições mais favoráveis à germinação e estabelecimento de novas espécies

vegetais, do que o perfil usual esperado para a restinga, onde o substrato arenoso, altamente drenado e lixiviado, exposto a forte insolação, produz um ambiente pobre em nutrientes e umidade, sujeito a temperaturas que podem ultrapassar os 60°C durante o dia (Zaluar e Sacarano 2000).

Neste sentido, as espécies da vegetação entre moitas enfrentam as condições mais críticas de germinação e estabelecimento, e seriam elas que, mais provavelmente, teriam a função de criar condições favoráveis à colonização de novos indivíduos são essenciais em ambientes xerófilos como a restinga. Sementes que caem no solo arenoso desprovido de vegetação apresentam uma alta mortalidade, devido às temperaturas elevadas deste solo (Zaluar & Sacarano 2000). Porém, a produção pioneira de biomassa deve anteceder às plantas berçário que, por sua vez criam microhábitats que oferecem maior disponibilidade de nutrientes e temperaturas mais amenas, favorecendo a germinação (Scarano 2002).

Vários autores (Fontoura et al. 1991; Araujo 1992; Scarano *et al* 2004) destacam as Bromeliáceas como plantas berçário, em ambientes restinga, porém os dados do presente estudo evidenciam que dentre os 264 indivíduos identificados foi contabilizado apenas 01 indivíduo pertencente a esta família. A ausência de bromeliáceas sugere, portanto, que outras espécies estejam cumprindo o papel de pioneiras nesta comunidade.

Usualmente a restinga apresenta um perfil onde o substrato é arenoso, altamente drenado e lixiviado, o que dificulta a regeneração natural deste ambiente, espera-se, portanto um baixo índice de espécies. Porém à presença de espécies na moita, tem demonstrado características diferentes. Por proporcionarem microhábitats favoráveis, os estudos têm demonstrado um alto número de espécies nesta região (Zaluar & Sacarano 2000). Para a uma linha de 300 m amostrada neste estudo, foram encontradas 31 espécies.

Embora o fim da mineração no PEPCV tenha ocorrido em 1992, ainda hoje os impactos estão presentes, o que pôde ser demonstrado nos resultados. Uma explicação plausível é que, quando a areia é extraída, imediatamente são alteradas as condições ambientais, principalmente a capacidade de percolação do solo com a exposição do substrato argiloso. As plantas da vegetação arbustiva aberta estão adaptadas ao solo arenoso e pudemos perceber que nas áreas impactadas ocorre

outro conjunto de espécies, tolerantes a alagamentos. A maior diversidade foi encontrada na área intermediária, o que corrobora a hipótese do distúrbio intermediário (Connell, 1978), sendo aceitável que esta área esteja sob influência não só do impacto, mas também da zona distante.

O método de Gradsect (Gillison & Brewer, 1985), até onde temos conhecimento, não tinha sido utilizada para avaliação de biodiversidade em restingas. A premissa deste método de buscar a biodiversidade através dos gradientes percebidos na paisagem, difere do método de parcelas, cuja delimitação do espaço é macro e pode ser aleatória (Brower et al 1998).

Nossa pesquisa evidencia que as métodos trazem resultados complementares e podem ser usadas para amostragens em formações arbustivas abertas. Ressaltamos que para índices que descrevem a diversidade como H' de Shannon-wiener, Gradsects trouxe revelações importantes.

Virtualmente todos os ambientes respondem a gradientes e pesquisar através deles tende a ser mais rápido e preciso (Parker, 2011). A alocação dos transectos assemelhou-se a uma busca ativa por variações na paisagem e nos levaram rapidamente às espécies mais raras, o que faz do método de Gradsect rápido e eficaz. Talvez isso se explique por haver respostas ecológicas que explicam a influência de gradientes complexos na composição de espécies em uma comunidade (Halvorsen, 2012).

Como o custo de sucessivas idas ao campo deve sempre ser levado em consideração (Strayer et al. 1986, Legg e Laszlo 2006) o esforço amostral dos dois métodos pode ser um parâmetro a ser analisado para futuras avaliações em restingas. O método de Gradsects, além de mostrar-se consideravelmente mais sensível à riqueza de espécies, trouxe informações sobre a adaptação destas através de seus *modi* e atingiu a assíntota mais rapidamente e em menor espaço que o método de Parcelas.

5 CONCLUSÕES

Há benefício em seguir o gradiente ecológico quando deseja-se compreender a diversidade da vegetação arbustiva aberta de restinga.

A análise da biodiversidade de uma mesma área através de duas métodos distintas, Parcelas e Gradsect permitiu definir que estas são abordagens complementares e não conflitantes para avaliação da biodiversidade em ecossistemas tropicais impactados.

6 REFERÊNCIAS

Alves, F.C., Pupin, C.T., Cano, D.D., Petarli, F.A., Albuquerque, J.J.O., Limoeiro, K.S., Moreira, R.P.G. & Voltolini, J.C. 2007. Biogeografia de ilhas de uma população do cactus *Pilosocereus arrabidaei* (Cactaceae) no PEPCV, ES. *Anais de Congresso de Ecologia do Brasil*, pp. 1-2, Sociedade de Ecologia do Brasil, Caxambu, Minas Gerais, Brasil.

Assumpção, J. & Nascimento, M.T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussuí/Iquipari, São João da Barra, Rj, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 14: 301-315.

Bremer, B., Bremer, K., Chase, M.W, Fay, M.F, Reveal, J.L, Soltis, D.E, Soltis P.S. & Stevens, P.F. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

Brewer, K.R.W. Hayes, G. and Gillison, A.N. (2011) Understanding and using Fisher's p: A four-part article. *Mathematical Scientist* 36: 105-106.

Brower, J.E., Zar, J.H. & Ende, C.N.V. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4 ed. WCB McGraw-Hill, Boston, USA

Carpenter, G., Gillison, A.N. and Winter, J. (1993). DOMAIN:a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity Conservation* 2, 667- 680. [PDF]

Castro D.N, Souza, M, Menezes, L.F.T.2007. Estrutura da formação arbustiva aberta não inundável na Restinga da Marambaia (RJ). Revista Brasileira de Biociência p. 75-77.

Christo, A. G.; Guedes-Bruni, R. R.; Sobrinho, F.A.P.; Silva, A. G.; Peixoto, A. L..2009. The structure of the shrubaroreal component of an Atlantic Forest fragment on a hillock on the central lowland of Rio de Janeiro, Brazil. Interciencia, p. 232-239, Caracas

Cogliatti-Carvalho, L.; Nunes-Freitas, A.F.; Rocha, C.F.D. & van Sluys, M. 2001. Variação na estrutura e composição de Bromeliaceae em cinco zonas de vegetação no Parque Nacional da restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. Revista Brasileira de Botânica 24(1): 1-9.

Fabris, L. C. & César, O. 1996. Estudos florísticos em uma mata litorânea no sul do estado do Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série) 5: 15-46

Fabris, L.C, Pereira, O.J, Araújo, D.S.D. 1990. Análise fitossociológica na formação pós- praia da restinga de Setiba, Guarapari, ES. In: ACIESP (orgs.) Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, v.3, p. 455-466,.

Fabris, L.C. & Pereira, O.J. 1998. Florística da formação póspraia na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinhas, Guarapari (ES). In: S. Watanabe (org.). Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. São Paulo, Publicações ACIESP, pp. 165-176.

Gillison, A. N., N. Liswanti, S. Budidarsono, M. van Noordwijk, and T. P. Tomich. (2004). Impact of cropping methods on biodiversity in coffee agroecosystems in Sumatra, Indonesia. Ecology and Society 9 (2), 7.

Gillison, A.N. (1984). Gradient oriented sampling for resource surveys - the gradsect method. In: K.R. Myers, C.R. Margules and I. Musto (eds.) 'Survey Methods for Nature Conservation' pp. 349-74. Proc. Workshop held at Adelaide Univ. 31 Aug. to 31 Sept. 1983. (CSIRO (Aust.) Division of Water and Land Resources, Canberra).

Gillison, A.N. (1985). Rainforests: Definition and Ecological Context. Australian National University, Centre For Resource and Environmental Studies, Working Paper 1985/2 pp.1-5.

Gillison, A.N. (1987). The Role of Vegetation Science in Regional Planning and Environmental Monitoring in the Year 2000. In: Suchata Jinachitra, (ed.) Proceedings of Regional Seminar on 'The Role of Science and Technology in the Year 2000: Strategies for Development'. pp. 78-95. Publ. The Science Society of Thailand under the auspices of Chulalongkorn University and UNESCO.

Gillison, A.N. (1993a). Overview Chapter, Grasslands of Oceania. In: Natural Temperate Grasslands: Eurasia, Africa, South America and Oceania, R.T. Coupland (ed.) In: Ecosystems of the World D.W. Goodall, (ed.-in-chief) 8B. pp. 303-313. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co.

Gillison, A.N. (1993b). Grasslands of the Southwest Pacific. In: Natural Temperate Grasslands: Eurasia, Africa, South America and Oceania, R.T. Coupland (ed.) In: Ecosystems of the World ed.-in-chief D.W. Goodall, 8B. pp. 435-469. Amsterdam: Elsevier Scientific Publ. Co.

Gillison, A.N. (2000). Rapid vegetation survey. In: A.N. Gillison (Coord.) Above-ground Biodiversity assessment Working Group Summary Report 1996-99 Impact of different land uses on biodiversity. pp. 25-38. Alternatives to Slash and Burn project. ICRAF, Nairobi.

Gillison, A.N. (2001) Vegetation Survey and Habitat Assessment of the Tesso Nilo Forest Complex; Pekanbaru, Riau Province, Sumatra, Indonesia. Report prepared for WWF-US. (October-November, 2001).

Gillison, A.N. (2002). A generic, computer-assisted method for rapid vegetation classification and survey: tropical and temperate case studies. *Conservation Ecology* 6, 3.

Gillison, A.N. (2005). The potential role of above-ground biodiversity indicators in assessing best bet alternatives to slash and burn. Pages 82-118 in: C.A. Palm, Stephen A. Vosti, P.A. Sanchez, P.J. Ericksen and A.S.R. Juo (Eds.) *Slash and Burn: The Search for Alternatives*. A Collaborative Publication by the Alternatives to Slash and Burn Consortium, the World Agroforestry Centre, The Earth Institute at Columbia University and The Center for Natural Resources Policy Analysis at the University of California, Davis. Columbia University Press, New York, NY, USA.

Gillison, A.N. (2012). Circumboreal gradients in plant species and functional types. *Botanica Pacifica*, 1: 97-107.

Gillison, A.N. (2013) Plant functional types and traits at the community, ecosystem and world level. In: Van der Maarel, E., Franklin, J. (eds). *Vegetation Ecology* 2nd Edn. Wiley- Blackwell, Publishing, U.K. pp 347-386

Gillison, A.N. and Brewer, K.R.W. (1985). The use of gradient-directed transects or gradsects in natural resource survey. *Journal of Environmental Management* 20, 103-127.

Gillison, A.N. and Carpenter, G. (1997). A generic plant functional attribute set and grammar for dynamic vegetation description and analysis. *Functional Ecology* 11, 775-783. [PDF]

Gillison, A.N. and Liswanti, N. (2004). Assessing biodiversity at landscape level: the importance of environmental context. In: T.P. Tomich, M. van Noordwijk, and D.E.

Gillison, A.N., Bignell, D.E., Brewer, K.R.W., Fernandes, E.C.M., Jones, D.T., Sheil, D., May, P.H., Watt, A.D., Constantino, R., Couto, E.G., Hairiah, K., Jepson,

P., Kartono, A.P., Maryanto, I., Neto, G.G., van Noordwijk, M., Silveira, E.A., Susilo, F.-X., Vosti, S.A. & Nunes, P.C. (2013). Plant functional types and traits as biodiversity indicators for tropical forests: two biogeographically separated case studies including birds, mammals and termites. *Biodiversity and Conservation*. 22, 1909-1930.

Gillison, A.N., D.T. Jones, F.-X. Susilo and D.E. Bignell. (2003). Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra. *Organisms, Diversity and Evolution* 3, 111-126.

Henriques, R.P.B, Araújo, D.S.D, Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro, *Revista brasileira de Botânica*, v.9, n.2, p. 173-189.

Hill, C.J., Gillison, A.N. and Jones, R.E. (1992). The spatial distribution of rain forest butterflies at three sites in north Queensland. *Journal of Tropical Ecology* 8, 37-46. [PDF]

Hill, M.O. 1979. Twinspan. A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca: Cornell University.

Jones, D.T., Susilo, F.X., Bignell, D.E., Hardiwinoto, S., Gillison, A.N. and Eggleton, P. (2003). Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40, 380-391. [PDF]

Kollman, L.J.C, Fontana, A.P, Simonelli, M, Fraga, C.N. 2007. As Angiospermas ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. *In*: Simonelli, M., Fraga, C.N. (org.). *Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado do Espírito Santo*. Vitória. IPEMA, p. 105-137.

Loss, A.C.C, Silva A.G. 2005. Comportamento de forrageio de aves nectarívoras de Santa Teresa – ES. *Natureza on line*, v.3, n. 2, p. 48-52.

Ludwig, J.A., ReynoldS, J.F. 1988. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. Toronto: John Wiley; Sons, 337p.

MMA. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos. MMA/SBF, Brasil, Distrito Federal, Brasil.

Montezuma, R.C.M, Araújo, D.S.D. 2007. Estrutura da vegetação de uma restinga arbustiva inundável no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro. *Pesquisas: Botânica*, São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisa, n.58, p. 157-176.

Müller-Dombois, D., EllenberG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley; Sons, 547p.

Nunes - FreitaS, A.F.N, *et all*. 2009. Bromeliaceae da Ilha Grande, RJ: revisão da lista de espécie. *Biota Neotrop*. 9: 213-219.

Oliveira JT (2008) *História do Estado do Espírito Santo*. 3 ed. Coleção Canaã, v.8. Vitória: Arquivo Público do Espírito Santo, Secretaria de Estado da Cultura.

Pereira, M.C.A; Cordeiro, S.Z, Araújo, D.S.D. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* v.18, n.3, p. 677-687.

Pereira, O. J, Araújo, D. S. D, Pereira, M. C. A. 2001. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Marica (RJ). *Revista Brasileira de Botânica* v.24, n.3, p. 273-281.

Pereira, O.J. & Zambom, O. 1998. Composição florística da Restinga de Interlagos, Vila Velha (ES). Pp. 129-157. In: S. Watanabe (org.). Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. São Paulo, Publicações ACIESP.

Pereira, O.J. 2007. Formação pioneiras: restinga. In: Simonelli, M., Fraga, C.N. (org.). Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado do Espírito Santo. Vitória: IPEMA, p. 27- 32.

Pereira, O.J.. In: Araújo, E.L., Moura, A.N., Sampaio, E.S.B., Gestinari, L.M.S., Carneiro, J.M.T. (ed.) 2002. Restinga, Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil, p. 38-41. Recife: UFRPE, imprensa Universitária.

Rocha-Pessoa, T.C, Nunes-Freitas, A.F, Cogliatti-Carvalho, L, ROCHA, C.F.C. 2008. Species composition of Bromeliaceae and their distribution at the Massambaba restinga in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v.68, n.2, p.251-257.

Shepherd, G.J. (1995). Fitopac 1. Campinas: Departamento de Botânica, Unicamp.

Silva MZ (2010) Trajetória político-institucional recente do Espírito Santo. In: Vescoci APVJ, Bonelli R (org) Espírito Santo: instituições, desenvolvimento e inclusão social. Vitória: Instituto Jones dos Santos Neves, p. 29-66.

Siqueira MPS (2009) A questão regional e a dinâmica econômica do Espírito Santo – 1950/1990. Fênix – Revista de História e Estudos Culturais 6:1-16.

ter Braak, C.J.F. 1987. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; ter Braak C.J.F.; van Tongeren O.F.R. (eds.) Data analysis in community and landscape ecology, pp. 91-173. Wagenigen, Pudoc.

Thomas(Eds.) Environmental Services and Land Use Change: Bridging the Gap between Policy and Research in Southeast Asia. Agriculture Ecosystems and Environment 104, 75-86.

Thomazi, R.D. 2009. *Evidências estruturais para conservação das comunidades arbustivo- herbáceas na Área de Proteção Ambiental de Setiba, Guarapari, ES.* Dissertação de Mestrado, PPEE-UVV, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil.

Vanclay, J., Gillison, A.N. and Keenan, R.J. (1997). Using plant functional attributes to quantify site productivity and growth patterns in mixed forests. Forest Ecology and Management 94, 149-163. [PDF]

Watling, D. and Gillison, A.N. (1993). Endangered species in low elevation cloud forest on Gau island, Fiji. In: L.S. Hamilton, J.O. Juvik and F.N. Scatena (eds.) Tropical Montane Cloud Forests. pp 217-223. Publ. East-West Center; Honolulu, Hawaii. [PDF]

Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosystems. MacMillan, New York