

**LUIZ FERNANDO SILVA MAGNAGO**

**GRADIENTE VEGETACIONAL E PEDOLÓGICO EM FLORESTA DE RESTINGA  
NO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Botânica, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

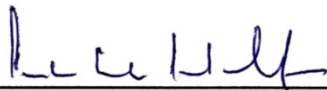
VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

LUIZ FERNANDO SILVA MAGNAGO

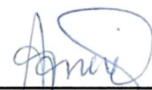
GRADIENTE VEGETACIONAL E PEDOLÓGICO EM FLORESTA DE RESTINGA  
NO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Botânica, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

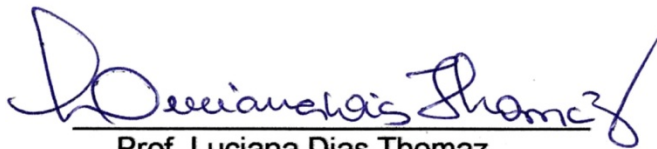
APROVADA: 30 de Janeiro de 2009



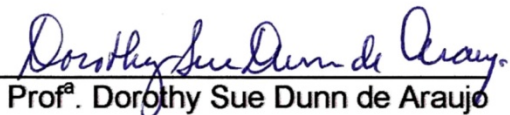
Prof. Carlos Ernesto G. R. Schaefer  
(Co-orientador)



Prof.<sup>a</sup> Andreza Viana Neri  
(Co-orientadora)



Prof. Luciana Dias Thomaz



Prof.<sup>a</sup> Dorothy Sue Dunn de Araujo



Prof. Sebastião Venâncio Martins  
(Orientador)

*Dedico este trabalho a meus pais, Laerte e Denise, meu irmão Luiz Claudio, minha noiva Mariana e a todos os meus amigos, sendo que em especial por este momento a Marcelo Simonelli, Oberdan José Pereira e Fabio Matos. Todos vocês me ajudaram a chegar aqui.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, por me fornecer toda força necessária para realizar todas as tarefas que me foram designadas e também por me proporcionar belos momentos, os quais eu vou procurar aproveitar o máximo.

Aos meus pais, Laerte e Denise, e meu irmão Luiz Claudio por todo o suporte, amor e carinho durante a minha vida.

A minha querida eterna namorada Mariana, sem a sua participação na minha vida eu não teria chegado até aqui. Te amo de mais e espero poder passar o resto da minha com você. Também te agradeço por sua revisão gramatical e seus ensinamentos nas análises estatísticas. Te amo.

A toda minha família, que sempre estiveram ao meu lado com muito carinho.

A Universidade Federal de Viçosa, em principal ao departamento de Biologia Vegetal, que me aceitou na universidade. Em especial ao Ângelo, por todo suporte, amizade e auxílio, os quais foram imprescindíveis para minha adequação ao procedimento da UFV.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela conceição da minha bolsa de estudos.

Ao meu ilustríssimo orientador, Prof. Sebastião Venâncio Martins, que me aceitou prontamente assim que eu conversei com ele, me proporcionando todo subsidio para desenvolvimento desta e de outras pesquisas que realizamos juntos. Agradeço pela sua amizade e compreensão, bem como por seu incansável incentivo.

Ao meu co-orientador Carlos Ernesto G. R. Schaefer por toda a sua disponibilidade e experiência para me auxiliar nos trabalhos de campo e análise de dados, também por sua amizade e compreensão, onde sem os quais este trabalho não seria o mesmo.

A minha co-orientadora Andreza Viana Neri por suas valorosas revisões e por seus ensinamentos na análise dos dados. Agradeço também pelo excelente recebimento na UFV, onde cultivamos uma boa amizade.

Ao prof. Alexandre Francisco da Silva (em memória), prof<sup>a</sup>. Aristéa Azevedo e Gilmar Valente, pois foram seus incentivos durante uma aula de campo no Parque Estadual Paulo Cesar Vinha que me levou a me inscrever na seleção do mestrado na UFV.

Um agradecimento especial aos fiéis estagiários, biólogos e amigos colaboradores do trabalho de campo. Mariana Rocha, André M. de Assis, Rafaela Cazaruto, Geana Correia, Marcelo Belizário, Fabio Matos, Herivelton Borges (Beri), Guilherme Correia, Laerte Magnago, Oberdan J. Pereira, Gambá, Vinicius Cordeiro (Vico), Gutto Lube e Vinicius (Capitão).

Ao pessoal do departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, em especial para Stephan e Luciana Dias Thomaz, pela permissão para uso do Herbário.

A FAESA, em especial ao Prof. Marcelo Simonelli e João Barra por permitir e ajudar no uso do laboratório de taxonomia para processamento do material pedológico.

Aos grandes amigos Marcelo Simonelli, Oberdan J. Pereira e André M. de Assis ilustres Botânicos do Espírito Santo. Agradeço a todos vocês por todo apoio e grande amizade ao longo deste caminho nesta ciência, sempre me ensinando sem poupar esforços.

Aos caros taxonomistas que prontamente me ajudaram na determinação do material coletado. André Amorim (Malpighiaceae), Marcos Sobral e Marcelo Costa (Myrtaceae), Luis Claudio Fabris (Sapotaceae) e Pedro Luís Rodrigues de Moraes (Lauraceae). Aos fitossociólogos Oberdan J. Pereira, André M. de Assis e José Manoel L. Gomes pela ajuda geral na determinação das espécies.

Aos grandes amigos de republica Rodolfo, Pedro Paulo, Wendel Pontes. Em especial a um capixaba muito arretado Thiago Coser. Brother te agradeço muito por sua amizade e companheirismo durante estes tempos tão difíceis.

Aos caros amigos da pós de graduação em botânica em especial a Dayana, Jaquelina, Rubia, Alice, Virginia, Saporetti, Michellia, Priscila, Joãozinho, Maíra, Pedro Dantas, Vitor, Advânio e Ana.

Aqueles que por ventura não estão com seu nome por extenso neste texto não foram esquecidos, pois na minha vida com certeza vocês fazem diferença.

## **BIOGRAFIA**

LUIZ FERNANDO SILVA MAGNAGO, filho de Laerte José Magnago e Denise Silva Magnago, irmão de Luiz Claudio Magnago, nasceu em 25 de setembro de 1983, em Vitória, Espírito Santo.

Fez aulas de músicas com professores particulares, com ênfase em violão popular entre os anos de 1996 a 1999, passando para guitarra elétrica clássica em 1998 a 2001.

Em dezembro de 2001, concluiu o ensino médio no colégio Darwin: a evolução do ensino.

Em julho de 2005, graduou-se em Ciências Biológicas na Faculdade de Saúde e Meio Ambiente - FAESA.

Em março de 2007, ingressou no curso de Mestrado em Botânica, na área de concentração de Ecologia, com ênfase em Estrutura, Funcionamento e Manejo de Comunidades Vegetais, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4
III. CAPÍTULO I .....	8
GRADIENTE FITOFISIONÔMICO, PEDOLÓGICO E FLUTUAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DE RESTINGA .....	8
RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
2. 1. Área de estudo .....	11
2. 2. Delimitação e descrição fitofisionômica .....	13
2. 3. Análise pedológica .....	14
2. 4. Análise da flutuação do lençol freático .....	14
3. RESULTADOS .....	15
3. 1. Floresta Inundada - Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos .....	16
3. 2. Floresta Inundável - Gleissolos Tiomórficos Húmicos sódicos .....	20
3. 3. Floresta Não Inundável de Transição- Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos .....	23
3. 4. Floresta Não Inundável - Neossolos Quartzarênicos Órticos espódicos .....	25
3. 5. Variações hidrológicas nas formações .....	29
3. 6. Gradiente pedológico e vegetacional .....	31
4. DISCUSSÃO .....	34
5. CONCLUSÃO .....	37
6. REFERÊNCIAS .....	39
IV. CAPÍTULO II .....	44
VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DE RESTINGA, VILA VELHA/ES .....	44
RESUMO .....	44
ABSTRACT .....	45
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	47

2. 1. Área de estudo.....	47
2. 2. Levantamento florístico .....	50
2. 3. Coleta de solos .....	50
2. 4. Análises para estudo de gradiente.....	51
3. RESULTADOS .....	52
3. 1. Ambiente físico.....	52
3. 2. Análise florística .....	56
3. 3. Variação na abundância e análise de espécies indicadoras do gradiente ....	64
4. DISCUSSÃO .....	74
V. CAPÍTULO III.....	85
DIVERSIDADE E ESTRUTURA EM UM GRADIENTE DE SOLOS E INUNDAÇÃO EM FLORESTAS RIBEIRINHAS DE RESTINGA, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO .....	85
RESUMO .....	85
ABSTRACT .....	86
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	88
2. 1. Área de estudo.....	88
2. 2. Coleta de solos .....	90
2. 3. Estrutura e diversidade das comunidades arbustivo/ arbóreas.....	91
2. 4. Comparação das variáveis químicas e estruturais no gradiente .....	92
3. RESULTADOS .....	92
3. 1. Gradiente pedológico .....	92
3. 2. Variações na estrutura das comunidades arbustivo-arbóreas .....	94
3. 3. Variações na diversidade das comunidades arbustivo-arbóreas .....	109
4. DISCUSSÃO .....	109
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
VI. CONCLUSÕES GERAIS .....	122



## RESUMO

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2009. **Gradiente vegetacional e pedológico em floresta de Restinga no Espírito Santo, Brasil.** Orientador: Sebastião Venâncio Martins. Co-orientadores: Andreza Viana Neri e Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer.

As Restingas são ecossistemas que ocorrem em solos arenosos depositados durante o período Quaternário. Estas são conhecidas por apresentarem uma elevada diversidade de fitofisionomias, porém, poucos estudos trazem esclarecimentos dos fatores abióticos determinantes desta diversidade. O presente estudo teve como objetivos: (i) avaliar a influência dos aspectos químicos, físicos do solo e inundação na determinação fitofisionômica; (ii) verificar as possíveis influências da inundação e das características pedológicas na riqueza, abundância e composição de espécies; (iii) analisar as possíveis variações estruturais e da diversidade em função da inundação e do gradiente pedológico das formações florestais. Para atender o primeiro objetivo foram abertos quatro perfis representativos no solo com profundidades variadas, onde foram coletadas amostras em cada horizonte existente. Para a análise da flutuação do lençol freático foram instalados piezômetros com profundidade de 2 m em cada fitofisionomia. Para caracterizar as fitofisionomias, foram confeccionados quatro diagramas de perfil com 50 m de comprimento por 3 m de profundidade, sendo incluídos os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP)  $\geq 10$  cm a 1,30 m do solo. Para atendimento do segundo e terceiro objetivo foram realizadas análises quantitativas das espécies arbustivo/arbóreas através de 80 parcelas de 5x25 m, distribuídas equitativamente entre as florestas estudadas, totalizando 1,0 ha de amostragem, onde foram incluídos os indivíduos com circunferência a altura do peito  $\geq 10$  cm a 1,30 m do solo. Para tanto foram calculados os parâmetros fitossociológicos usuais, área basal, densidade total e altura dos indivíduos amostrados, bem como os valores de diversidade, equabilidade e riqueza. Foi também realizada uma análise de correlação canônica e de Espécies Indicadoras. Também foram realizadas análises de similaridade florística utilizando o índice de Jaccard e de Distância Euclidiana para as variáveis edáficas. Foram coletadas amostras de solo superficial (0-10 cm) em cada parcela para análise química e física. Quatro classes de solos distintas foram reconhecidas sob as quatro fitofisionomias estudadas, sendo distróficos em

todas as formações. A classe dos Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos muito mal drenados está presente sob a Floresta Inundada. Sob a Floresta Inundável foram encontrados Gleissolos Tiomórficos Húmicos sódicos mal drenados. A classe de Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos apresenta-se moderadamente a imperfeitamente drenado, ocorrendo sob a Floresta Não Inundável de Transição. Os Neossolos Quartzarênicos Órticos espódicos excessivamente drenados estão sob a Floresta Não Inundável. Nestas formações foram levantadas 132 espécies, distribuídas em 49 famílias, onde as de maior riqueza foram Myrtaceae (23), Lauraceae (12), Fabaceae (9), Clusiaceae (8), Sapotaceae (6), Melastomataceae e Euphorbiaceae (5) e Rubiaceae, Apocynaceae e Annonaceae com quatro espécies cada. As formações apresentaram diferenças significativas na riqueza de espécies, com exceção da Floresta Não Inundável em relação à Floresta Não Inundável de Transição. A análise de correlação canônica (CCA) evidenciou que as espécies apresentam sua distribuição ao longo do gradiente sob influência da drenagem, das concentrações de nutrientes e das características físicas dos solos, sendo estes resultados corroborados pela análise de Espécies Indicadoras. Foram amostrados 3804 indivíduos nas florestas, tendo sido encontradas diferenças significativas nos valores de área basal, densidade e altura dos indivíduos das formações florestais. O aumento dos valores de diversidade se deu de forma gradativa, seguindo o gradiente da Floresta Inundada para a Floresta Não Inundável. As variações na estrutura e diversidade das quatro comunidades florestais estão relacionadas com as variáveis de inundação, química e física do solo. Face ao exposto pode-se constatar que as características fitofisionômicas (densidade, área basal e altura) e riqueza, composição, abundância e diversidade de espécies existentes nas formações florestais estão em parte condicionadas pelas variáveis edáficas.

## ABSTRACT

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, January, 2009. **Vegetation and soil gradient in the Restinga forest in Espírito Santo, Brazil.** Adviser: Sebastião Venâncio Martins. Co-advisers: Andreza Viana Neri and Carlos Ernesto G. Reynaud Schaefer.

The Restingas are ecosystems that occur in sandy soils deposited during the Quaternary. These are known to have a high diversity of vegetation, but few studies provide information on abiotic factors determining this diversity. This study aimed to: (i) assess the influence of the chemical aspects, physical soil and flooding in phytophysionomic determination, (ii) assess the possible influences of flooding and soil characteristics in richness, abundance and composition of species, (iii) analyze the possible structural variations and diversity in terms of flooding and soil gradient of forest formations. To answer the first objective were opened four representative soil profiles with different depths, where samples were collected in each horizon exists. To analyze the fluctuation of groundwater piezometer were installed to depth of 2 m in each phytophysionomic. To characterize the vegetation, four diagrams were made from profile to 50 m long by 3 m deep, and included individuals with circumference at breast height (CAP)  $\geq 10$  cm at 1.30 m above the ground. To answer the second and third goal were performed quantitative analysis of species shrub / tree with 80 plots of 5x25 m, distributed equally between the forests studied, totaling 1.0 ha of sampling, which were included individuals with circumference at breast height  $\geq 10$  cm at 1.30 m above the ground. For both parameters were calculated phytosociological usual, basal area, density and height of individuals sampled, and the values of diversity, richness and equability. We realized analysis of canonical correlation and indicator species. We used for analysis of the floristic similarity, with the Jaccard index and the soil variables was used Euclidean distance. Samples were collected from topsoil (0-10 cm) in each plot for chemical analysis and physical. Four different classes of soils were recognized under the four studied vegetation, and dystrophic in all configurations. The class of Organossolos Tiomorficos Sapricos Solodicos very poorly drained is present in the flooded forest. Under the flooded forest were Gleissolos Tiomorficos Humicos sodicos poorly and drained. The class of Espodossolos Humiluvicos Hidromorficos Duricos it is moderately to imperfectly drained, occurring on the Forest not flood Transition. The

Neossolo Quartzarênicos Órticos Espódicos excessively drained under the Forest are not flooded. These formations were raised 132 species, distributed in 49 families, where the greatest wealth were Myrtaceae (23), Lauraceae (12), Fabaceae (9), Clusiaceae (8), Sapotaceae (6), Melastomataceae and Euphorbiaceae (5) and Rubiaceae, Apocynaceae and Annonaceae with four species each. The training showed significant differences in species richness, except for not swamp forest on Forest Transition not flooded. The analysis of canonical correlation (CCA) showed that the species have their distribution along the gradient under the influence of drainage, the concentrations of nutrients and the physical characteristics of the soil, these results are corroborated by analysis of indicator species. 3804 individuals were sampled in forests, were significant differences in the values of basal area, density and height of individuals of forest formations. The increase in diversity was so gradual, following the slope of the flooded forest to the forest not flooded. Changes in structure and diversity of four forest communities are related to the variables of flooding, soil chemistry and physics. Given the above we can see that the vegetation characteristics (density, basal area and height) and richness, composition, abundance and diversity of species found in forest formations are in part conditioned by edaphic variables.

## I. INTRODUÇÃO GERAL

As Restingas ocorrem em diferentes faixas de extensão por toda a costa brasileira (Araujo 2000), ocupando cerca de 80% do litoral brasileiro, o que corresponderia a 7.110 km em extensão (Suguio & Tessler 1984), representando um ecossistema associado à Mata Atlântica (Tonhasca-Junior 2005; Coutinho 2006).

Este ecossistema ocorre sobre sedimentos arenosos quartzosos que foram depositados por meio de diferentes processos durante o período Quaternário (Rizzini 1997). Estes processos deposicionais ocorreram durante o Pleistoceno e Holoceno, com deposição predominante de areias quartzosas marinhas, sendo que em alguns trechos há contribuições de areias fluviais, principalmente nas proximidades de grandes rios (Pereira 2003).

As transgressões e regressões marinhas ocorridas durante o Pleistoceno deram origem aos cordões arenosos mais internos ao continente, sendo por isso os mais antigos. Os cordões Holocênicos, mais recentes, são posicionados mais externamente ao continente, fazendo divisa com as linhas de praia atuais (Martin *et al.* 1997). Sobre estes cordões arenosos são encontradas as formações vegetais não inundáveis de Restinga (Araujo & Henriques 1984; Pereira 1990; Menezes & Araujo 2005; Magnago *et al.* 2007).

A origem destes cordões litorâneos implicou no aparecimento de lagoas, lagunas e baías (Bigarella 2001). Alguns trechos destas áreas alagadas que ocorrem geralmente entre os cordões arenosos, sofreram deposição orgânica, dando origem a formações de turfeiras (Martin *et al.* 1997). Sobre os intercordões arenosos são encontradas as formações vegetacionais inundadas e inundáveis de Restinga (Araujo & Henriques 1984; Pereira 1990; Menezes & Araujo 2005; Magnago *et al.* 2007).

Os solos que compõe o ecossistema Restinga são quimicamente pobres, onde a principal fonte de nutrientes é o *spray* marinho (Araujo & Lacerda 1987; Leão & Dominguez 2000; Scarano 2002) e/ou o lençol freático. As classes de solos predominantes neste ecossistema são os Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos (Moura Filho 1998; Gomes *et al.* 1998; Rossi, 1999), sendo que muitas vezes, estes últimos apresentam incipiente processo de podzolização, levando-os a apresentar características intermediárias para Espodossolo (Gomes *et*

al. 2007). A porção de argila e silte equivalem 1% do total das amostras, e com relação aos nutrientes, se comparados a outros ecossistemas, a quantidade de cálcio, magnésio e potássio disponíveis são também muito baixos, enquanto os níveis de alumínio são elevados (Pereira 2003).

As Restingas apresentam formações compreendidas por fitofisionomias predominantemente herbáceas, arbustivas e florestais, que podem ser classificadas de acordo com Pereira (2003) pelo nível de influência do lençol freático, embora Menezes & Araujo (2005) indicam que outros fatores também possam contribuir para caracterização destas formações.

A Restinga apresenta uma elevada diversidade fitofisionômica (Assis *et al.* 2004<sup>a</sup>), originada por diversos tipos de influências bióticas e abióticas (Pereira, 1990; Magnago *et al.* 2007). Esta diversificação pode estar associada ao gradiente no sentido mar/continente, onde a localização da formação vegetal em relação aos cordões arenosos e depressões intercordões, assim como a influência salina podem exercer uma forte influência sobre a composição florística e fitofisionômica.

Este ecossistema apresenta maior extensão nos estados do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Henriques *et al.* 1986; Menezes-Silva & Britez 2005). A diversidade de fitofisionomias existente nas Restingas do Espírito Santo foi primeiramente descrita por Pereira (1990) para o Parque Estadual Paulo Cesar Vinha. Posteriormente, outros autores também apontaram esta heterogeneidade fitofisionômica para outras localidades do estado (Pereira & Gomes 1994; Pereira *et al.* 1998; Pereira & Zambom 1998; Magnago *et al.* 2007).

As formações florestais das Restingas capixabas foram as menos estudadas, e o conhecimento existente se resume a seis levantamentos florísticos (Fabris & Cesar 1996; Pereira & Zambom 1998; Pereira *et al.* 1998; Pereira *et al.* 2000; Pereira & Assis 2000; Assis *et al.* 2004<sup>a</sup>) e dois estudos fitossociológicos (Fabris 1995; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>), sendo todos estes estudos realizados em Florestas Não Inundáveis.

As florestas analisadas no presente estudo no Parque Natural Municipal de Jacarenema estão localizadas as margens do Rio Jucu. Segundo Rodrigues (2004) os tipos florestais vinculadas à beira de rios denominam-se de Florestas Ribeirinhas. Estas florestas caracterizam-se por apresentarem uma elevada heterogeneidade ambiental, que é certamente geradora de uma alta riqueza florística (Rodrigues & Nave 2004). Segundo o autor *loc. cit.* esta característica é determinada por uma

condição ecotonal que é ocupada por um mosaico de tipos vegetacionais ou até mesmo de unidades fitogeográficas, cada qual com suas particularidades florísticas, de maneira tal, que segundo Rodrigues (2004) refletem as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem, e, portanto, das condições ecológicas locais.

O conhecimento sobre as formações florestais inundáveis e inundadas para o Espírito Santo é completamente inexistente, como mencionado por Silva *et al.* (2007), em seu recente estudo fitogeográfico sobre florestas inundadas do sul e sudeste brasileiro. Neste contexto vale ainda ressaltar a completa inexistência de estudos com florestas ribeirinhas no Estado. Desta maneira, ainda pouco se conhece sobre a composição florística e estrutural destas formações para este Estado, bem como sobre os fatores ecológicos determinantes de cada fisionomia, e a influência destes fatores na composição e diversidade de espécies.

Tendo em vista a falta de estudos em formações florestais de Restinga no Espírito Santo e com Florestas Ribeirinhas, o presente estudo visou analisar em um gradiente de formações florestais inundáveis e não inundáveis as margens do Rio Jucu, no Parque Natural Municipal de Jacarenema, os seguintes objetivos:

- (a) Analisar a variação fisionômica em relação aos gradientes de inundação e das características químicas e físicas do solo, a fim de reconhecer os possíveis fatores determinantes das formações;
- (b) Determinar as possíveis relações das variações na composição, abundância e riqueza de espécies com os diferentes tipos de solos e inundação existentes no gradiente;
- (c) Relacionar as variações na estrutura e diversidade de espécies com os diferentes tipos de solos e inundação existentes no gradiente.

Para melhor compreensão e atendimento dos objetivos propostos, a presente dissertação foi dividida em três capítulos. Desta forma, cada capítulo traz em detalhes as informações sobre a área de estudo e metodologias aplicadas para coleta e tratamento dos dados.

## II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, D. S. D. & Henriques, R. P. B. 1984. Análise florística das Restingas do estado do Rio de Janeiro. Pp. 150-193. In: Lacerda, L. D., Araujo, D. S. D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.) **Restingas: origem, estrutura, processos**. CEUFF, Niterói.
- Araujo, D. S. D. & Lacerda, L. D. 1987. A natureza das Restingas. **Ciência Hoje** 6: 42-48.
- Araujo, D. S. D. 2000. **Análise florística e fitogeográfica das Restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>a</sup>. Florística de um trecho de floresta de Restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 18(1): 191-201.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>b</sup>. Fitossociologia de uma floresta de Restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 349-361.
- Bigarella, J. J. 2001. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology Jubilee Volume (1946-2001)**: 65 – 110.
- Coutinho, C. L. 2006. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasílica** 20(1): 13-23.
- 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. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Gomes, F. H.; Vidal-Torrado, P.; Macías, F.; Gherardi, B. & Perez, X. L. O. 2007. Solos sob vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso (SP). I - caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo** 31: 1563-1580.
- Gomes, J.B.; Resende, M.; Rezende, S.B. & Mendonça, E.S. 1998. Solos de três áreas de Restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 33: 1907-1919.



- Henriques, R. P. B.; Araujo, D. S. B. & Hay, J. D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da Restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** 9(1): 173-189.
- Leão, Z. M. A. N. & Dominguez, J. M. L. 2000. Tropical coast of Brazil. **Mar Poll Bull** 41: 112-122.
- Magnago, L. F. S.; Pereira, O. J.; Matos, F. A. R. & Souza, P. F. 2007. Caracterização Fitofisionômica da Restinga na Morada do Sol, Vila Velha/ES. **Revista Brasileira de Biociências** 51 (supl. 1): 456-458.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L. & Flexor, J-M. 1997. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. CPRM/FAPESP, Belo Horizonte.
- Menezes, L. F. T. & Araujo, D. S. D. 2005. Formações vegetais da Restinga da Marambaia. Pp. 67-120. In: Menezes, L. F. T. Peixoto A. L. & Araujo, D. S. D. (orgs.) **História Natural da Marambaia**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Menezes-Silva, S. & Britez, R. M. 2005. A vegetação da planície costeira. Pp.49-84. In: Marques, M. C. M. & Britez, R. M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR, Paraná.
- Moura Filho, G. 1998. **Caracterização e uso de solos arenosos associados à foz do Rio São Francisco, no litoral sul de Alagoas. Viçosa, MG**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- Pereira, O. J. & Assis, A. M. 2000. Florística da restinga de Camburi. **Acta Botanica Brasílica** 14(1): 99-111.
- Pereira, O. J. & Gomes, J. M. L. 1994. Levantamento florístico das comunidades vegetais de Restinga no Município de Conceição da Barra, ES. Pp. 67-78. In: **Anais do III Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. Subsídios a um gerenciamento ambiental**. v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. & Zambom, O. 1998. Composição florística da Restinga de Interlagos, Vila Velha (ES). Pp. 129-139. In: **Anais do IV Simpósio de ecossistemas brasileiros**. v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da Restinga de Setiba - Guarapari, ES. Pp. 207-219. In: **Anais do II Simpósio de ecossistemas da**

- costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. Pp. 177-179. In: Mário Augusto G. Jardim; Maria de Nazaré do Carmo Bastos; João Ubiratan Moreira dos Santos. (Org.). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal.** Sociedade Brasileira de Botânica, Belém, Pará.
- Pereira, O. J., Assis, A. M. & Souza, R. L. D. 1998. Vegetação da restinga de Pontal do Ipiranga, Município de Linhares (ES). Pp. 117-128. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J.; Borgo, J. H.; Rodrigues, I. D. & Assis, A. M. 2000. Composição florística de uma floresta de restinga no município da Serra-ES. Pp. 74-83. In: **V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: conservação.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Âmbito Cultural Edições LTDA, Rio de Janeiro.
- Rodrigues, R. R. & Nave, A. A. 2004. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. Pp. 45-71. In: R. R. Rodrigues & H. F. Leitão-Filho (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2ª edição. EDUSP/FAPESP, São Paulo.
- Rodrigues, R. R. 2004. Florestas Ciliares? Uma Discussão Nomenclatural das Formações Ciliares. Pp. 91-99. In: Rodrigues, R. R. & Leitão-Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** EDUSP/FAPESP, São Paulo.
- Rossi, M. 1999. Fatores formadores da paisagem litorânea: A bacia do Guaratuba, São Paulo – Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Scarano, F. R. 2002. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** 90: 517-524.
- Silva, A. C.; Van Den Berg, E.; Higuchi, P. & Oliveira-Filho, A. T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(2): 257-269.
- Suguió, K. & Tessler, M.G. 1984. Planícies de cordões arenosos Quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. Pp.15-26. In: **Restingas: Origem, Estrutura,**

**Processos.** Lacerda, L. D.; Araujo, D. S. D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.).  
CEUFF, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.

Tonhasca-Junior, A. 2005. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica.** Editora Interciência, Rio de Janeiro.

### III. CAPÍTULO I

#### GRADIENTE FITOFISIONÔMICO, PEDOLÓGICO E FLUTUAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DE RESTINGA

**RESUMO** – (Gradiente fitofisionômico, pedológico e flutuação do lençol freático em formações florestais de Restinga. Tendo em vista a falta de estudos que relacionam a distribuição das formações de Restinga com os fatores edáficos, a presente pesquisa tem como objetivo analisar as variações fitofisionômicas em quatro formações florestais submetidas a diferentes tipos de influência de inundação. O local de estudo foi no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. Para tanto foram abertos quatro perfis representativos no solo, tendo estes profundidades variadas, sendo coletadas amostras em cada horizonte existente. Para acompanhamento da flutuação do lençol freático foram instalados piezômetros com profundidade de 2 m em cada fitofisionomia. Foram identificadas quatro classes de solos distintas sob as quatro fisionomias estudadas, sendo distróficos em todas as formações. A classe dos Organossolos Tiomórficos Sápricos Solódicos muito mal drenados está presente sob a Floresta Inundada. Sob a Floresta Inundável foram encontrados Gleissolos Tiomórficos Húmicos Sódicos mal drenados. A classe de Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos Dúricos apresenta-se moderadamente a imperfeitamente drenado, ocorrendo sob a Floresta Não Inundável de Transição. Os Neossolos Quartzarênicos Órticos Espódicos excessivamente drenados estão sob Floresta Não Inundável. A classificação em Floresta Não Inundável de Transição ocorreu em função das suas características de fertilidade intermediária e proximidade do lençol freático, permitindo a ocorrência de espécies de áreas alagadas e de áreas secas. Entre os atributos pedológicos que se destacaram nas limitações fisionômicas estão, os teores de matéria orgânica, fósforo, alumínio trocável e sódio. Analisando os resultados encontrados, fica evidente a existência de respostas vegetacionais das florestas em virtude das variáveis edáficas.

Palavras-chave: Gradiente pedológico, drenagem, vegetação costeira, florestas inundadas, florestas não inundadas.

**ABSTRACT** – (Physionomic, soil and flooding gradient in Restinga Forest Formations). In view of the lack of studies that relate the distribution of the Restinga formations with edaphic factors, this research aims to analyze vegetation changes in four forest formations under influence of different types of flooding. The place of study had been in the Natural Park Municipal of Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. Both were opened for four representative soil profiles, and these various depths, and samples collected in each horizon exists. To monitor the fluctuation of groundwater piezometer were installed to depth of 2 m in each phytophysionomic. We identified four classes of soils under four different physiognomies studied, and dystrophic in all configurations. The class of Organossolos Tiomorficos Saprícos Solódicos very poorly drained is present in the flooded forest. Under the flood forest were Gleissolos Tiomorficos Humícos sódicos poorly drained. The class of Espodossolos Humiluvícos Hidromorficos durícos it is moderately to imperfectly drained,. The Neossolos Quartzarenícos Ortícos espodícos excessively drained occurring on the not flood forest. The classification in not flooded forest transition, was because of their characteristics of intermediate fertility and proximity to the water table, allowing the occurrence of species of flooded areas and dry areas. Between the soil attributes that are highlighted in physiognomic limitations, the levels of organic matter, phosphorus, aluminum and sodium. Analyzing the results, it is evident that there are answers of forests vegetation because of soil variables.

Key words: Gradient soil, drainage, coastal vegetation, flooded forests, not flooded forests.

## 1. INTRODUÇÃO

As Restingas apresentam uma alta diversificação fitofisionômica (Assis *et al.*, 2004), condicionadas por influências bióticas e abióticas (Pereira, 1990<sup>a</sup>). Esta diversificação pode estar relacionada ao gradiente formado pela localização das formações em relação aos cordões arenosos e depressões inter-cordões, já que as características edáficas e hidrológicas são bem diferenciadas em função da localização em relação aos seguimentos do relevo.

Este ecossistema, no sentido geomorfológico, é a paisagem Quaternária arenícola marítima, que desde Ule (1901) e Dansereau (1947) já se distinguia dos litorais rochosos (costões) e lamosos (Manguezais), que formam o conjunto de formas costeiras do Brasil. Após as praias, inicia-se o ecossistema de Restinga com as primeiras dunas fixas, estendendo-se com amplitude variável até os Tabuleiros Costeiros do grupo Barreiras ou escarpas de embasamento Cristalino.

Os solos dos cordões mais internos ao continente são mais antigos, possuem maior altitude (6 a 8 m), maior teor de matéria orgânica no solo, maior impregnação de ácidos húmicos e seus sedimentos arenosos são em geral superficialmente brancos, já os solos dos cordões mais externos apresentam-se com coloração mais amarelada, pouca impregnação de ácido húmico e possuem menor altitude (4 a 5 m) (Martin *et al.* 1997). Sobre os cordões, localizam-se as formações não inundáveis de Restinga, ou seja, áreas sem influência direta do lençol freático. Nas áreas de intercordões, ocorrem terrenos topograficamente mais baixos, originadas pela sedimentação parcial ou total de lagunas e/ou paleo-lagunas, apresentando por isso áreas inundadas ou inundáveis, tendo um solo siltico e/ou areno-argilosos, mais ricos em matéria orgânica (Martin *et al.* 1997).

Existe uma ampla literatura que trata das fisionomias de Restingas brasileiras (Araujo & Henriques 1984; Pereira 1990<sup>a</sup>; Araujo *et al.* 1997; Menezes & Araujo 2005; Silva & Britzes 2005; Bastos 1996; Magnago *et al.* 2007). Embora estes autores tenham delimitado as formações com base na localização em relação aos cordões e intercordões arenosos, e da sazonalidade de afloramento do lençol freático nas caracterizações fitofisionômicas, estas variáveis ambientais não foram abordadas de maneira quantitativa. Desta maneira, ainda faltam dados consistentes sobre as influências pedológicas na delimitação das formações de Restinga.

Alguns trabalhos trazem alguma informação sobre os fatores edáficos como determinantes nas formações de Restinga. Fabris (1995) relacionou mudanças fisionômicas em uma floresta não inundável em Setiba/ES com as variações edáficas. Sztutman & Rodrigues (2002) relacionaram as variações estruturais em fisionomias florestais de planície costeira em três diferentes níveis de inundações e três diferentes tipos de solos em Pariquera-Açu/SP. Costa *et al.* (2003) estudou a variações florísticas e estruturais em formações vegetais sobre turfeiras com diferentes níveis de inundações em Domingos Petrolini/RS. Britez (2005) apresentou resultados sobre relações hidrológicas e pedológicas na determinação de formações florestais na Ilha do Mel/PR. Guedes *et al.* (2006) relacionou as variações edáficas com a composição florística de dois trechos distintos de florestas de Restinga em Bertioga/SP. Contribuindo a estes conhecimentos estão os trabalhos de Lourenço-Junior *et al.* (2007<sup>a</sup>) e (2007<sup>b</sup>), que indicam a disponibilidade de nutrientes e salinidade como fator de distribuição de três espécies de Restinga em Setiba/ES.

O conhecimento sobre as influências pedológicas e do lençol freático como fatores determinantes ou condicionantes em formações de Restinga ainda é incipiente. Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo analisar a variação fisionômica em um *continuum* de quatro formações florestais de Restinga no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo, em relação aos gradientes de inundação e das características químicas e físicas do solo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

O Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ) possui uma área de 307 hectares (IPEMA 2005), estando localizado no entorno das coordenadas 20°26'25"S e 40°18'45"W, no distrito da Barra do Jucu, no município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo. (Figura 1). O Rio Jucu nasce da junção do Braço Sul e Braço Norte do Rio Jucu, a 40 km de sua foz. A bacia do Rio Jucu possui uma superfície de 2032 km<sup>2</sup>, com cotas altimétricas variando entre 0 a 1800 m e perímetro de 340 km. Os trechos florestais estudados apresentam-se de forma contínua, estando situados na margem esquerda do Rio Jucu, localizados em gradiente de intercórdão (onde está localizado o Rio Jucu) para o cordão arenoso mais interno ao continente.



Figura 1 – Localização do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. Em detalhe a localização das áreas florestais estudadas.



Segundo dados do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural) obtidos na estação meteorológica do INMET/Vitória-ES, localizada a aproximadamente 20 km da área de estudo, o clima da região é classificado, segundo Köppen, como tipo Aw tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos (Figura 2).

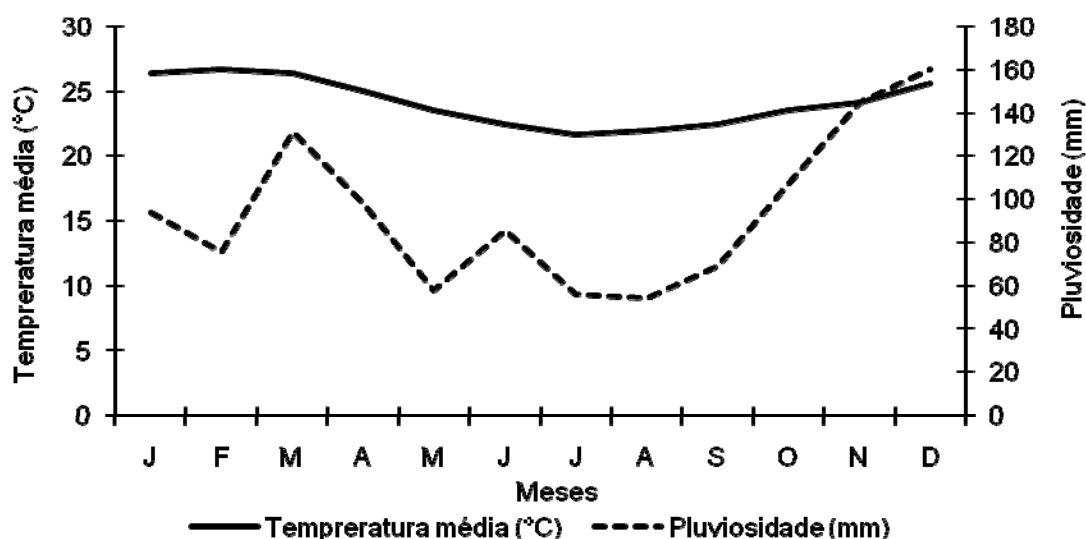


Figura 2 – Diagrama ombrotérmico da cidade de Vitória, Espírito Santo. Fonte: INCAPER – Dezembro de 2008.

## 2. 2. Delimitação e descrição fitofisionômica

O reconhecimento e delimitação das unidades vegetacionais em campo seguiu os critérios fisionômicos, ecológicos e aspectos florísticos apresentados pelas diferentes formações, bem como aspectos topográficos, que foram realizados com auxílio de um altímetro barométrico, sendo as medias feitas nos vértices e no centro de cada diagrama de perfil desenhado. As terminologias adotadas para classificação das fitofisionomias florestais de Restinga foram adaptadas de Pereira (2003), sendo reconhecidas as seguintes formações: Florestal inundada, Florestal inundável, Florestal não inundável de transição e Florestal não inundável.

Os perfis ilustrativos das formações foram confeccionados a partir das recomendações proposta por Melo (2002). Estes tiveram dimensões de 50 m de comprimento por 3 m de profundidade, sendo desenhados todos os indivíduos com circunferência  $\geq 5$  cm a um 1,30 cm do solo (CAP).

Foi feita uma descrição da vegetação destacando características estruturais como altura e medida dos indivíduos levantados no perfil. Também foram destacadas as espécies mais abundantes em cada formação florestal.

### **2. 3. Análise pedológica**

Foram abertos quatro perfis representativos com aproximadamente 2 m de profundidade por 1,5 m de largura, sendo selecionadas as áreas *core* de cada fisionomia estudada para esta análise. As classes de solo e drenagem de cada fisionomia foram classificadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2006). Para análise química e textural do solo, foram coletadas amostras em cada horizonte do perfil. Para todas as amostras foram obtidas a cor e as propriedades morfológicas segundo Lemos & Santo (1996). Para a interpretação dos resultados da análise química de rotina, foi utilizada as recomendações de Alvarez *et al.* (1999).

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas com malha de 2 mm de diâmetro para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras de TFSA foram analisadas no Laboratório de Análise de Rotina de Solos no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

### **2. 4. Análise da flutuação do lençol freático**

Foram instalados nas mesmas áreas onde foram abertos os perfis de solo, quatro piezômetros com profundidade de 2 m, um em cada fitofisionomia. A verificação da profundidade da água subterrânea foi feita através de uma régua graduada, medindo-se desde a superfície do solo até a lâmina d'água.

As medidas do lençol foram realizadas em meados de cada mês durante todo o ano de 2008. Também foi feita uma medição durante um dia com ampla variação de maré (maré sizígia), para verificação de uma possível influência das flutuações da maré na área de estudo, já que esta se encontra relativamente próxima a foz do Rio Jucu, onde também são encontrados trechos de bosques de Manguezais. Esta medição foi feita por um período de oito horas, sendo que os dados eram extraídos a cada hora.

Foi realizado um teste de correlação de Pearson “r” para verificar a influência da pluviosidade na flutuação do lençol freático das florestas analisadas.

### 3. RESULTADOS

Foram identificadas quatro classes de solos distintas sob as quatro fisionomias estudadas, sendo todos distróficos. Seguindo o gradiente dos trechos topograficamente mais baixos e com afloramento do lençol freático durante todo o ano (intercordões arenosos), têm-se os Organossolos Tiomórficos Sápricos Solódicos muito mal drenados, presentes sob a Floresta Inundada, tendo influência fluvio-marinha. Estando em relevo pouco mais elevado que a formação anterior está a Floresta Inundável, com afloramento periódico do lençol freático, onde foram encontrados Gleissolos Tiomórficos Húmicos Sódicos mal drenados, também sob influência fluvio-marinha. A classe seguinte é o Espodossolo Humilúvico Hidromórfico Dúrico, que se apresenta moderadamente a imperfeitamente drenada, sem afloramento do lençol em nenhuma época do ano, onde este é encontrado, porém, relativamente próximo da superfície (média de 1,2 m/ano), o que permitiu classificar esta fisionomia como Floresta Não Inundável de Transição, por estar localizado nas bordas do cordão arenoso. Nos trechos mais elevados e planos do cordão arenoso, ocorre o Neossolo Quartzarênico Órtico Espódico excessivamente drenado, com lençol freático bem mais profundo, atingindo o máximo de -3 m a partir da superfície, sendo classificado como Floresta Não Inundável.

A presença de Espodossolos nas bordas do cordão e Neossolos Quartzarênicos espódicos no topo, indica que a matéria orgânica migra por soluções ácidas percolantes, tanto verticalmente quanto lateralmente, concentrado as formações de horizontes espódicos mais nas bordas que no topo do cordão arenoso (Figura 3).

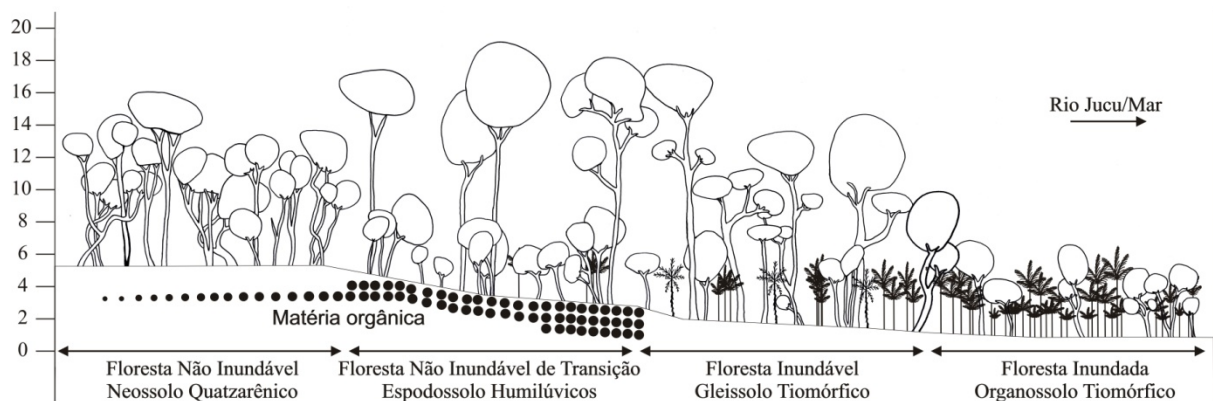


Figura 3 – Perfil esquemático em posição perpendicular a margem do Rio Jucu, e suas relações pedológicas existentes nas fisionomias florestais no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila velha, ES.

### 3. 1. Floresta Inundada - Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos

Esta fisionomia apresenta espécies arbóreas que variam de 5 a 10 m de altura, sendo representada principalmente por indivíduos entre 2 e 3,5 m de altura (Figura 4). Entre as espécies arbóreas que caracterizam o dossel desta fisionomia estão *Qualea cryptantha* (Spreng.) Warm., *Inga laurina* Willd., *Calophyllum brasiliense* Cambess. e *Eugenia* sp. nova. Nesta formação destaca-se a alta predominância fitofisionômica, tanto nos estratos superiores, quanto no sub-bosque, de *Bactris setosa*, sendo por isso, uma espécie chave na determinação desta fisionomia. Além desta espécie, *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg., *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax e *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill. também apresentam relativa importância na fitofisionomia. Este trecho não apresenta um estrato herbáceo desenvolvido, sendo representado principalmente por *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch., *Blechnum serrulatum* Rich. e *Scleria latifolia* Sw, que aparecem geralmente de maneira espaçada.

A análise física do solo mostrou uma classe textural Franco-Argilo-Arenosa em toda a profundidade do perfil (Tabela 1). As maiores porcentagens de Areia Grossa e Argila foram encontradas em H1, ao passo que Areia Fina apresentou maiores valores em H2. Este horizonte apresentou características intermediárias entre Hc e H1, no tange a porcentagem de Areia Grossa, Silte e Argila. A quantidade de Silte apresentou acréscimos que acordo com a profundidade do

perfil. A cor do solo úmido não apresentou variações na análise, mantendo-se em 7,5YR2,5/1, ao passo que seco, o solo apresentou pequenas variações.

A partir das análises químicas pôde-se constatar que os solos sob Floresta Inundada são extremamente ácidos e ricos em matéria orgânica em toda a profundidade do perfil, sendo que no horizonte H2 os valores de pH foram ainda mais baixos (Tabela 2). Os valores de fósforo disponível aumentaram com a profundidade do perfil. Os teores médios de P encontrados nesta fisionomia são menores que aqueles apresentados nas demais formações. Os teores de alumínio ( $Al^{3+}$ ) apresentaram-se com concentrações médias nos horizontes H1 e Hc, estando com teores muito elevados em H2, indicando formas de alumínio ligados à matéria orgânica.

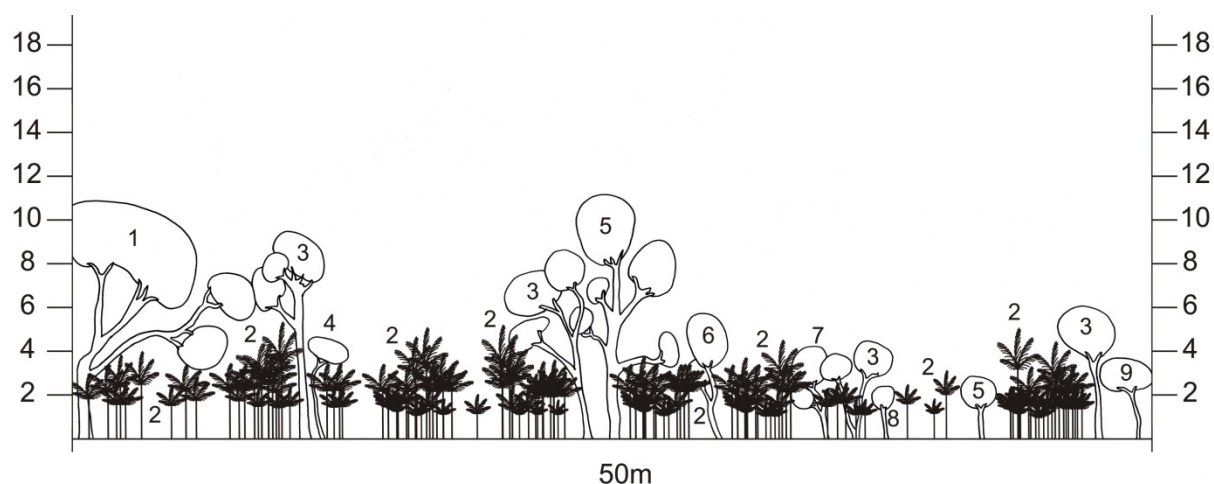


Figura 4 – Diagrama de perfil de 50x3m na Floresta Inundada do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

1. <i>Inga laurina</i> Willd.	6. <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg
2. <i>Bactris setosa</i> Mart.	7. <i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.
3. <i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.	8. <i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill.
4. <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	9. <i>Eugenia</i> sp. nova
5. <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	

Os valores de sódio (Na) se mostraram muito elevados nesta fisionomia, demonstrando o maior valor médio encontrado para este nutriente ( $1.73 \text{ cmolc/kg}^{-1}$ ) entre as formações estudadas. Os teores deste nutriente variaram em função da profundidade do perfil, mostrando teores mais elevados em Hc, estando seguido de H1 e H2. Estes resultados também foram expressos pelo índice de saturação de sódio (ISNa). Já o Cálcio ( $Ca^{2+}$ ) apresentou os valores mais elevados em H1 e H2,

chegando a valores médios em Hc, demonstrando um resultado contrário ao sódio. Esta condição indica a ocorrência de ciclagem de nutrientes na superfície do solo.

Os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram-se elevados em toda a profundidade do perfil. A MO apresentou os maiores valores em Hc, estando seguido de H1 e H2, corroborando com a distribuição apresentada pelo sódio. A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou-se elevada em toda a profundidade do perfil.

Tabela 1 – Dados físicos e texturais do perfil analisado sob Floresta Inundada do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha.

Horizonte/cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe textural	Seco	Úmido
	dag/kg						
H1=0-40	53	7	9	31	Franco-Argilo-Arenosa	7,5YR2,5/1	7,5YR2,5/1
H2=40-60	44	21	13	22	Franco-Argilo-Arenosa	7,5YR4/1	7,5YR2,5/1
Hc=60-100+	48	5	18	29	Franco-Argilo-Arenosa	7,5YR3/1	7,5YR2,5/1

Tabela 2 – Dados químicos do perfil de solo analisado sob Floresta Inundada do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO
	H2O	KCL	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/kg <sup>-1</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>						%	dag/Kg			
H1=0-40	4,18	3,84	2,3	0.03	1.51	25,54	0,69	0,67	36,7	27,77	28,44	64,47	43,1	2,4	5,31	40,94
H2=40-60	3,23	3,00	2,2	0.01	0.38	14,68	0,88	5,3	29,6	15,95	21,25	45,55	35	24,9	1,78	15,99
Hc=60-100+	4,03	3,32	11,1	0.18	3.30	2,18	1,69	0,96	33,6	7,35	8,31	40,95	17,9	11,6	39,65	54,38
Médias	3.81	3.39	5.2	0.07	1.73	14.13	1.09	2.31	33.3	17.02	19.33	50.32	32	12.97	15.58	37.1

### 3. 2. Floresta Inundável - Gleissolos Tiomórficos Húmicos sódicos

Esta fitofisionomia é representada por indivíduos arbóreos de maior altura, 8 a 14 m, podendo chegar a 16 m (Figura 5). A Floresta Inundável apresenta um estrato médio (sub-bosque) bem definido, com indivíduos entre 2 e 4 m. Entre as espécies arbóreas mais características desta formação estão *Symphonia globulifera* L. f., *Tapirira guianensis* Aubl., *Nectandra oppositifolia* Nees, *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth. e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.. Nesta formação, assim como na Floresta Inundada, destaca-se *Bactris setosa* demonstrando também uma alta predominância fitofisionômica e expressiva densidade de indivíduos, mas nesta formação esta espécie apresenta-se exclusiva do sub-bosque, juntamente com *Geonoma schottiana* que também se destaca quanto a estes parâmetros. Além destas espécies, podem ser encontradas como características do sub-bosque *Myrcia racemosa* (O. Berg) Kiaersk., *Cyathea phalerata* Mart., *Alibertia myrcifolia* K. Schum. e *Tovomita brasiliensis* (Mart.) Walp.. Ao contrário da Floresta Inundada o estrato herbáceo é bem desenvolvido, estando representado por *Blechnum serrulatum* Rich, *Pseudananas sagenarius* (Arruda) Camargo e *Calathea* sp., com destaque para expressivos adensamentos de *Scleria latifolia* Sw.

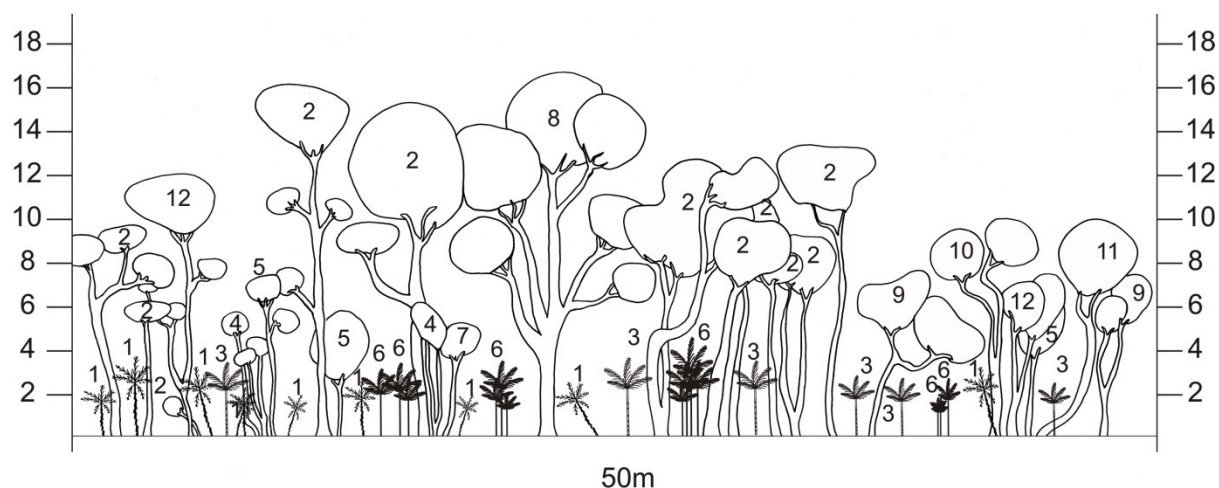


Figura 5 – Diagrama de perfil de 50x3m na Floresta Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

1. <i>Cyathea phalerata</i> Mart.	7. <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand
2. <i>Symphonia globulifera</i> L. f.	8. <i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng
3. <i>Geonoma schottiana</i> Mart.	9. <i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.
4. <i>Dendropanax selloi</i> Marchand	10. <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
5. <i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	11. <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns
6. <i>Bactris setosa</i> Mart.	12. <i>Nectandra oppositifolia</i> Nees



A análise física do solo indicou a classe textural Franco-Argilo-Arenosa para os horizontes H1 e H2, com horizonte Bh classificado como Areia, apresentando maiores porcentagens de Areia grossa (Tabela 3). As maiores porcentagens de Argila foram encontradas em H2 e H1. As porcentagens de Silte e Argila não mostraram variações representativas no perfil. A cor do solo úmido, 7,5YR2,5/1, não apresentou variações o longo do perfil, corroborando com a coloração encontrada na Floresta Inundada. O solo seco apresentou variação na coloração apenas em H2.

As análises químicas revelaram que os solos sob Floresta Inundável são extremamente ácidos em todo o perfil, apresentando média ainda mais baixa de pH que o encontrado para a Floresta Inundada (Tabela 4). Este solo demonstrou pouca variação do pH em função da profundidade. Nesta fisionomia os valores de fósforo disponível mostraram tendência a redução com a profundidade, passando de valores considerados médios no horizonte H1, para valores muito baixos em H2 e baixos em Bh. Os teores de alumínio ( $Al^{3+}$ ) mostraram concentrações elevadas em toda a profundidade do perfil, sendo registrado um aumento nos valores em função da profundidade.

Os valores de sódio (Na) se mostraram muito elevados nos horizontes H1 e H2, tendo uma expressiva diminuição em Bh, o que é atípico. Devido aos altos teores de sódio nos dois primeiros horizontes, com valor médio a elevado ( $0.910 \text{ cmolc/kg}^{-1}$ ). O comportamento do sódio neste perfil, também se apresentou diferente do encontrado a Floresta Inundada. Na presente fitocenose, este nutriente obteve maiores concentração em H2, seguido de H1, com menores valores em Bh. Estes resultados também foram expressos pelo índice de saturação de sódio (ISNa). O Cálcio ( $Ca^{2+}$ ) também apresentou resultados contrários aos encontrados no primeiro perfil, sendo mais elevados em H2, seguido de H1, e menor valor em Bh. As concentrações de Cálcio foram médias em H1 e H2 e baixas em Bh.

Os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram-se elevados em toda a profundidade do perfil. A MO apresentou os maiores valores em H2 e H1, diminuindo expressivamente em Bh. A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou-se elevada em todos os horizontes estudados.

Tabela 3 – Dados da análise física e textural do perfil analisado sob Floresta Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe textural	Seco	Úmido
	dag/kg						
H1=0-20	68	5	3	24	Franco-Argilo-Arenosa	7,5YR3/1	7,5YR2,5/1
H2=20-/3540	59	8	4	29	Franco-Argilo-Arenosa	7,5YR2,5/1	7,5YR2,5/1
Bh=35/40-60	82	8	3	7	Areia	7,5YR3/1	7,5YR2,5/1

Tabela 4 – Dados químicos do perfil analisado sob Floresta Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO
	H2O	KCL	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/kg <sup>-1</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>							%	dag/Kg		
H1=0-20	3.26	3	12.5	0.300	1.117	1.65	0.82	2.6	31.5	3.89	6.49	35.39	11	40.1	17.2	31.99
H2=20-35/40	3.46	3	4.4	0.069	1.406	2.03	0.56	3.08	38	4.07	7.15	42.07	9.7	43.1	19.66	36.46
Bh=35/40-60	3.69	3	10.4	0.008	0.208	0.46	0.09	3.47	40.4	0.77	4.24	41.17	1.9	81.8	4.9	8
Médias	3.5	3	9.1	0.126	0.910	1.4	0.5	3.1	36.6	2.9	6	39.5	7.5	55	13.9	25.5

### 3. 3. Floresta Não Inundável de Transição- Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos

Esta fitofisionomia está localizada na zona de transição dos ambientes saturados hidricamente, para aqueles sem influência do lençol freático. Esta formação é representada por espécies arbóreas entre 8 a 14 m de altura, onde algumas podem atingir até os 18 m. Essa floresta apresentou maior heterogeneidade de espécies, sendo composta tanto por espécies características das áreas alagadas quanto das áreas livres de inundação (Figura 6). Entre as espécies arbóreas mais características desta formação estão *Tapirira guianensis* Aubl., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Cupania emarginata* Cambess., *Matayba guianensis* Aubl., *Annona acutiflora* Mart., *Casearia commersoniana* Cambess. O estrato médio (sub-bosque) é bem definido nesta formação, sendo representado por indivíduos arbustivos entre 2 e 4 m de altura. Entre as espécies características do sub-bosque estão *Annona acutiflora* Mart., *Jacaranda puberula* Cham. e *Bactris vulgaris* Barb. Rodr. O estrato herbáceo é bem desenvolvido, estando representado por *Pseudananas sagenarius* (Arruda) Camargo, *Dichorisandra thrysiflora* Mikan. e *Calathea* sp. Entre as espécies que caracterizam esta formação como um ambiente ecotonal estão *Symphonia globulifera* L. f., *Bactris setosa* Mart., *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth. e *Myrcia brasiliensis* Kiaersk.

A análise física do solo indicou a classe textural de Areia até o horizonte Bh, passando para Areia-Franca em B5, que apresentou caráter dúrico, sendo classificado como Duripã (Tabela 5). As maiores porcentagens de Argila são encontradas em Bh e B5. As porcentagens de Silte e Areia Fina não mostraram variações representativas no perfil. A cor do solo úmido e seco apresentou variações na análise em função da profundidade do perfil.

Os solos do perfil demonstraram um caráter fortemente ácido do horizonte A até Ebh, sendo extremamente ácido nos demais (Tabela 6). As maiores concentrações de fósforo foram encontradas em Ebh e Bh, indicando que os horizontes espódicos são mais antigos, pois já houve mobilização e concentração de fósforo em profundidade. Os teores de P encontrados no perfil foram os maiores entre as formações estudadas, estando os maiores valores em Ebh e Bh. Os teores de alumínio ( $Al^{3+}$ ) apresentaram-se baixos em A, E1 e Ebh e médios em H2. Já nos

horizontes mais profundos (Bh e BS), as concentrações de alumínio foram elevadas, indicando formas ligadas a matéria orgânica.

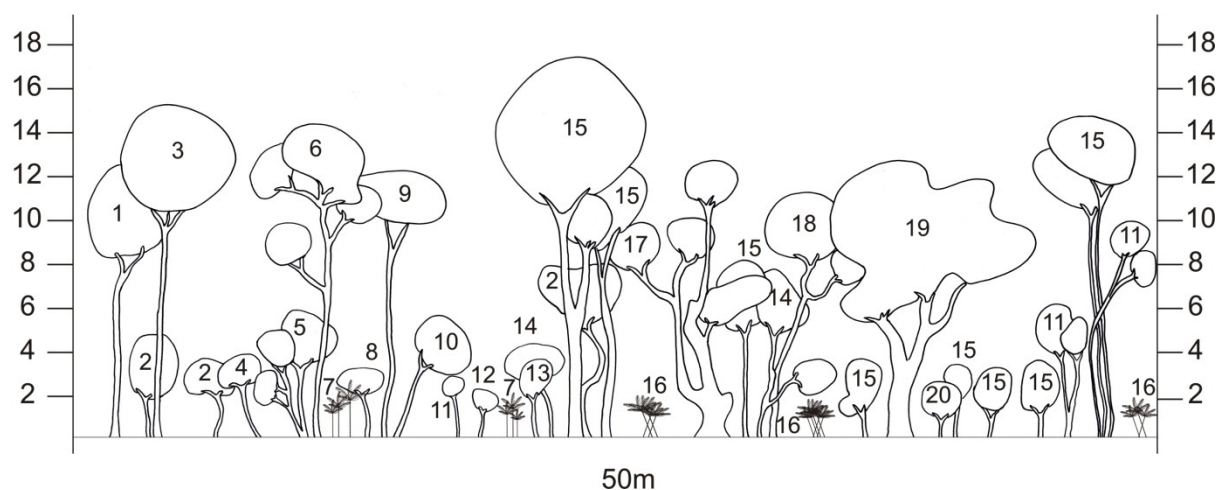


Figura 6 – Diagrama de perfil de 50x3m na Floresta Não Inundável de Transição do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

1	<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	11	<i>Dendropanax selloi</i> Marchand
2	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	12	<i>Rauvolfia mattfeldiana</i> Markgr.
3	<i>Pera glabrata</i> Baill.	13	<i>Annona acutiflora</i> Mart.
4	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	14	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi
5	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	15	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
6	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	16	<i>Bactris vulgaris</i> Barb. Rodr.
7	<i>Bactris setosa</i> Mart.	17	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng
8	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	18	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
9	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	19	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.
10	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	20	<i>Nectandra psammophila</i> Nees & Mart.

Os teores de sódio (Na) apresentaram-se expressivamente mais baixos do que aqueles encontrados nas Florestas Inundada e Inundável. As maiores concentrações de Na e ISNa ocorreram em Bh, sendo que este horizonte encontra-se sob influência direta do lençol nas épocas chuvosas do ano. A Lixiviação deve ser bem mais intensa, evitando a concentração de sódio no solo.

Os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram-se altos em A, tendo uma expressiva diminuição em E, H2 e Ebh, onde os dois primeiros apresentam concentrações médias, ao passo que o último, possui baixa concentração. Já os horizontes Bh e BS possuem altas concentrações de MO. Esta condição indica a iluviação dos horizontes superficiais e posterior concentração em profundidade, associados a maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC). A CTC

média desta formação apresenta-se mais baixa que o encontrado para as formações inundadas e inundáveis.

### 3. 4. Floresta Não Inundável - Neossolos Quartzarênicos Órticos espódicos

Esta formação é representada por espécies arbóreas que estão entre 6 a 8 m de altura, com algumas que alcançam 11 m (Figura 7). Assim como encontrado para a Floresta Não Inundável de Transição, esta fisionomia é caracterizada por um número maior de espécies que as Florestas que sofrem inundações. Entre as espécies arbóreas mais características desta formação estão *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Eugenia rostrata* O.Berg, *Psidium cattleianum* Sabine, *Pera glabrata* Baill., *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk., *Pouteria coelomatica* Rizzini e *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby. O estrato médio (sub-bosque) apresenta-se bem definido nesta formação, estando representado por indivíduos arbustivos entre 2 e 3 m de altura. Entre as espécies características do sub-bosque estão *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev, *Plinia rivularis* (Cambess.) A.D.Rotman, *Maytenus obtusifolia* Mart., *Brasilopuntia brasiliensis* (Willd.) A. Berger, *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. O estrato herbáceo é bem desenvolvido, sendo este representado por *Pseudananas sagenarius* (Arruda) Camargo, *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Cryptanthus maritimus* L.B.Sm.

A análise física do solo indicou uma predominância, em toda a profundidade do perfil, da classe textural Areia (Tabela 7). Assim como o encontrado para Floresta Não Inundável de Transição, o solo possui baixa porcentagem de Argila e Silte, diminuído seus teores em função da profundidade do perfil. As cores do solo úmido e seco não apresentaram variações representativas no do perfil.

Os solos da Floresta Não Inundável são fortemente ácidos em praticamente toda a profundidade do perfil, sendo moderadamente ácido em C2 (Tabela 8). Nesta fisionomia, os valores de fósforo disponível demonstraram uma tendência à diminuição com a profundidade do perfil. As concentrações de P em todos os horizontes foram consideradas baixas, nesta formação. Os teores de alumínio ( $Al^{3+}$ ) apresentaram-se com baixas concentrações nos três primeiros horizontes, estando com concentrações mais baixas em Ch, C1 e C2.

Tabela 5 – Dados físicos e texturais do perfil analisado sob Floresta Não Inundável de Transição do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	Areia Grossa				Areia Fina				Classe textural	Seco	Úmido
	dag/kg										
A=0-3	90	4	2	4	Areia	10YR7/2	10YR6/2				
E1=3-15	88	7	2	3	Areia	10YR6/1	10YR4/1				
H2=15-50	90	6	1	3	Areia	10YR6/2	7,5YR4/1				
Ebh=50-80	89	7	1	3	Areia	10YR5/1	10YR4/1				
Bh=80/100-100/115	84	8	1	7	Areia	10YR5/2	10YR3/2				
BS=85/115-120+	83	6	0	11	Areia-Franca	7,5YR5/1	5YR3/4				

Tabela 6 – Dados químicos do perfil analisado sob Floresta Não Inundável de Transição do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO
	H2O	KCL	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/kg <sup>-1</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>						%		dag/Kg		
A=0-3	4.62	3.59	12.4	0.154	0.120	2.17	0.64	0.19	6.5	3.08	3.27	9.58	32.2	5.8	3.67	4.99
E1=3-15	4.55	3.28	6.1	0.049	0.076	0.73	0.2	0.48	6.5	0.06	1.54	7.56	14	31.2	4.94	2.56
H2=15-50	4.67	3.17	5.4	0.036	0.032	0.35	0.06	0.87	7.8	0.48	1.35	8.28	5.8	64.4	2.28	2.05
Ebh=50-80	4.92	3.82	25.5	0.036	0.094	0.75	0.21	0.19	4.8	0.09	1.28	5.89	18.5	14.8	7.34	1.54
Bh=80/100-100/115	3.87	3.28	46	0.090	0.278	0.58	0.15	3.18	25.9	1.1	4.28	27	4.1	74.3	6.49	7.04
B5=85/115-120+	4.13	3.76	8.8	0.005	0.076	0.27	0	2.8	32.4	0.36	0.016	32.76	1.1	88.6	2.41	5.76
Média	4.46	3.48	17.37	0.062	0.113	0.81	0.21	1.29	13.98	0.86	1.96	15.18	12.62	46.52	4.52	3.99

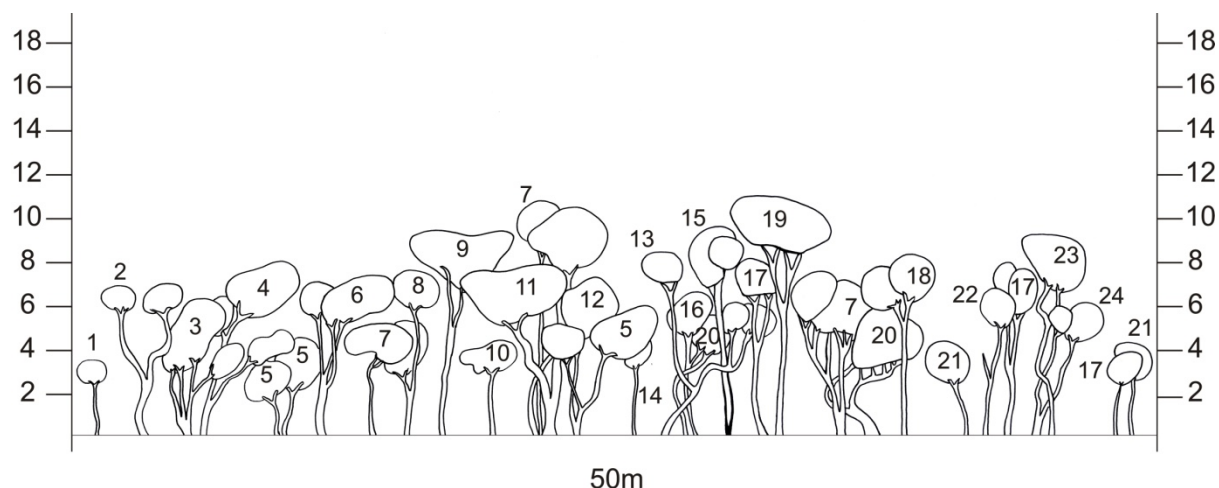


Figura 7 – Diagrama de perfil de 50x3m na Floresta Não Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

1	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	13	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.
2	<i>Pera glabrata</i> Baill.	14	<i>Brasilopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger
3	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cam.) O. Berg	15	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand
4	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	16	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) A.D.Rotman
5	<i>Eugenia rostrata</i> O.Berg	17	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby
6	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	18	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.
7	<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	19	<i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini
8	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	20	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine
9	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	21	<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.
10	<i>Xylopia laevigata</i> R.E. Fr.	22	<i>Ocotea glauca</i> (Nees) Mez
11	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	23	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi
12	<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	24	<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg

Os teores de sódio (Na) nesta formação apresentaram-se expressivamente mais baixos do que aqueles encontrados nas demais formações. O sódio apresentou maiores concentrações no horizonte A, decrescendo gradualmente em função da profundidade.

Os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram-se bons em A, decrescendo progressivamente para teores médios em E e Ehc, teores baixos em Ch e muito baixos em C1 e C2. Os valores de CTC se distribuíram da mesma forma que MO, demonstrando uma relação positiva entre estes.

Tabela 7 – Dados da análise física e textural do perfil analisado sob Floresta Não Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

Horizonte/cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classe textural	Seco	Úmido
	dag/kg						
A=0-5	90	3	1	6	Areia	7,5YR6/2	7,5YR4/1
E=5-15	92	4	0	4	Areia	7,5YR6/2	7,5YR4/2
Ehc=15-40	91	5	1	4	Areia	7,5YR6/2	7,5YR4/1
Ch=40-80	92	6	0	2	Areia	7,5YR5/1	7,5YR4/1
C1=80-110	91	8	0	1	Areia	7,5YR6/1	7,5YR6/2
C2=110-140	93	6	0	1	Areia	7,5YR7/1	7,5YR6/2

Tabela 8 – Dados da análise química do perfil sob Floresta Não Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

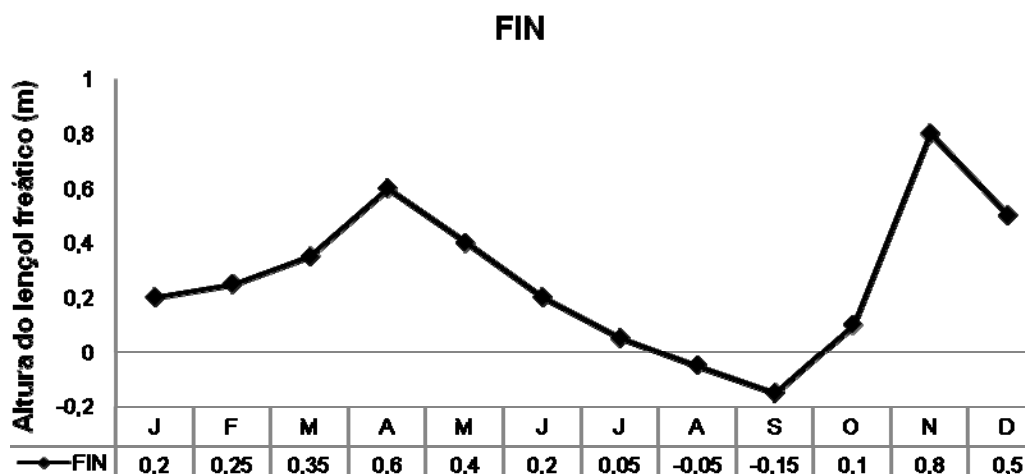
Horizonte/cm	pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO
	H2O	KCL	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/kg <sup>-1</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>							%		dag/Kg	
A=0-5	4.35	3.32	8.6	0.092	0.089	3.19	0.87	0.29	11.1	4.24	4.53	15.34	27.6	6.4	1.97	5.6
E=5-15	4.31	3.06	3.8	0.038	0.046	1.11	0.27	0.39	4.9	1.47	1.86	6.37	23.1	21	2.45	2.88
Ehc=15-40	4.29	3	2.65	0.017	0.030	0.76	0.12	0.44	5.85	0.92	1.35	6.77	13.55	32.15	2.25	2.43
Ch=40-80	4.82	3.23	1.4	0.003	0.010	0.83	0.06	0.19	4.1	0.9	1.09	5	18	17.4	0.96	1.02
C1=80-110	5.23	3.66	1.5	0.013	0.010	0.2	0	0.19	1.1	0.22	0.41	1.32	16.7	46.3	2.55	0.13
C2=110-140	5.65	4.06	1	0.003	0.002	0.09	0	0.19	1.7	0.09	0.28	1.79	5	67.9	0.62	0.13
Média	4.78	3.39	3.16	0.028	0.031	1.03	0.22	0.28	4.79	1.31	1.59	6.1	17.33	31.86	1.8	2.03



### 3. 5. Variações hidrológicas nas formações

As quatro formações analisadas apresentaram diferenças em relação à altura do lençol freático (Figura 8). A Floresta Inundada permaneceu com nível do lençol freático acima da superfície em 87,5% do período analisado, estando com 0,05 m e 0,15 abaixo da superfície apenas nos meses de agosto e setembro, respectivamente, sendo estes meses os que apresentaram menor pluviosidade média. Já a Floresta Inundável esteve 67,5% do ano com lençol abaixo da superfície, sendo que nos meses de março, abril e maio o lençol permaneceu acima da superfície. Na Floresta Não Inundável de Transição o lençol freático ficou abaixo de 1 metro de profundidade durante todo o período analisado. A profundidade do lençol da Floresta Não Inundável se manteve abaixo dos -3,7 m de altura, apresentando pouca ou nenhuma influência na superfície.

A flutuação do lençol freático variou em resposta a pluviosidade, apresentando valores de correlações positivas e significativas (Tabela 9). Não foi registrada nenhuma variação na flutuação do lençol em função da amplitude de maré.



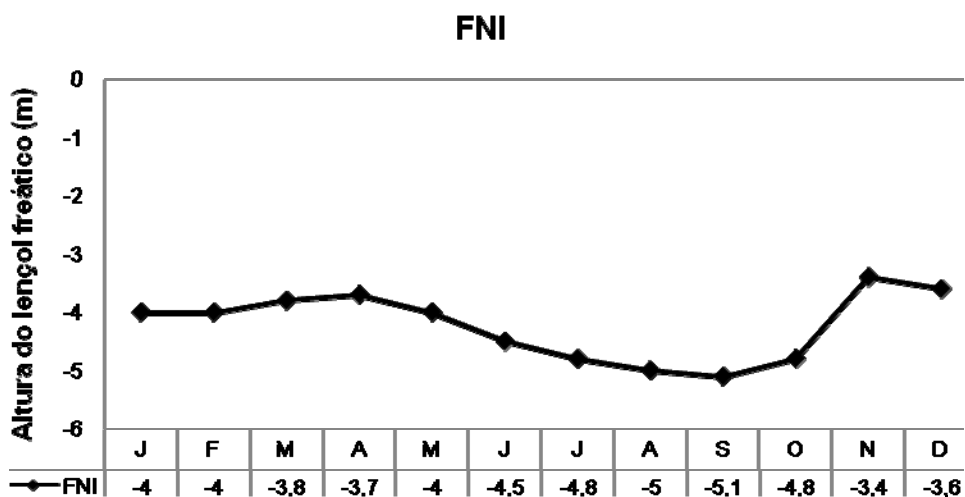
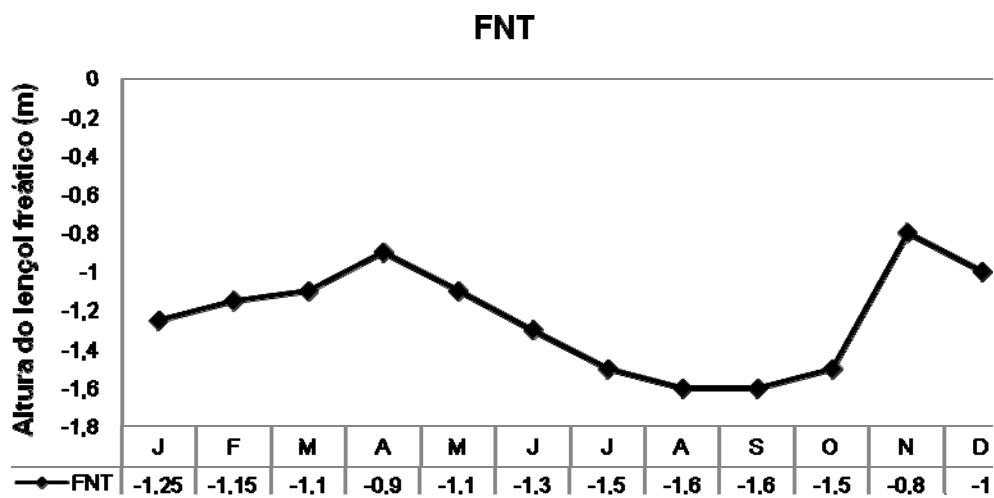
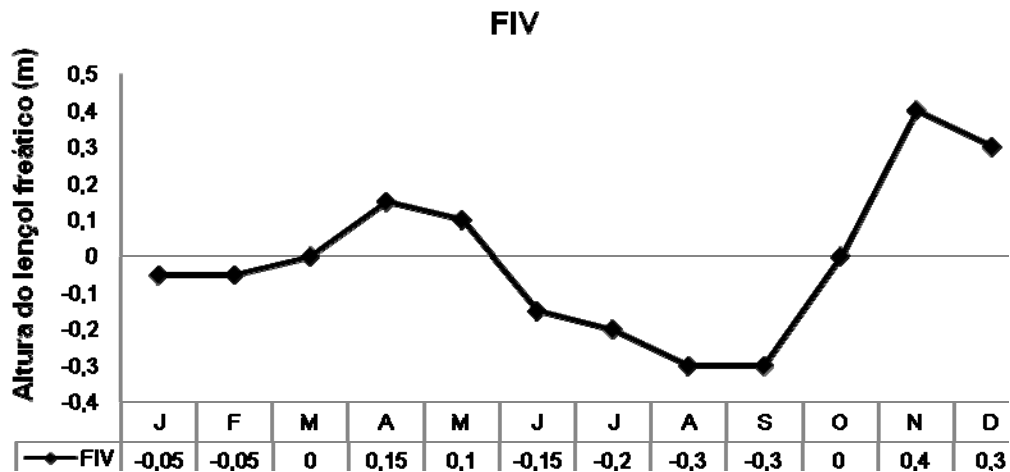


Figura 8 – Flutuação do lençol freático em quatro formações florestais estudadas do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

Tabela 9 – Correlação entre a pluviosidade e flutuação do lençol freático nas quatro formações florestais estudadas no PNMJ, Vila Velha, Espírito Santo. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

Formação	Pearson "r"	P
FIN	0.669	0.017
FIV	0.773	0.003
FNT	0.642	0.024
FNI	0.689	0.013

### 3. 6. Gradiente pedológico e vegetacional

As florestas inundáveis e inundadas apresentaram os solos dos perfis com predominância de textura Franco-Argilo-Arenosa, onde foram encontradas as maiores porcentagens de Silte e Argila. Já as florestas não inundáveis são predominantemente arenosas e com baixas porcentagens de Silte e Argila. Corroborando com os resultados texturais apresentados, a soma de bases (SB) obteve maior média na Floresta Inundada, onde foram também encontradas as maiores frações de Silte e Argila, seguida da Floresta Inundável, Não Inundável de Transição e Não Inundável (Figura 9).

As concentrações de Mg, Na e Ca, com exceção do potássio, foram maiores nas Florestas Inundada e Inundável, decrescendo gradualmente para as demais formações (Figura 10).

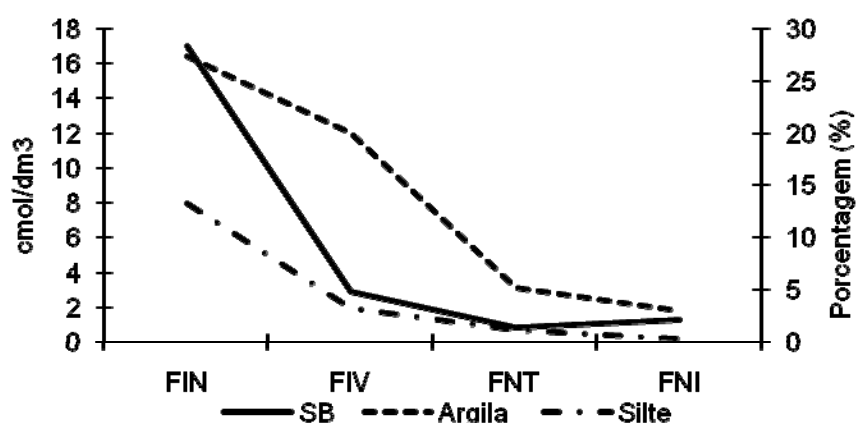


Figura 9 – Médias das porcentagens de Silte e Argila (coluna da direita expressa em porcentagem) e Soma de Bases (SB – coluna da esquerda expressa em  $\text{cmol/dm}^3$ ) em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

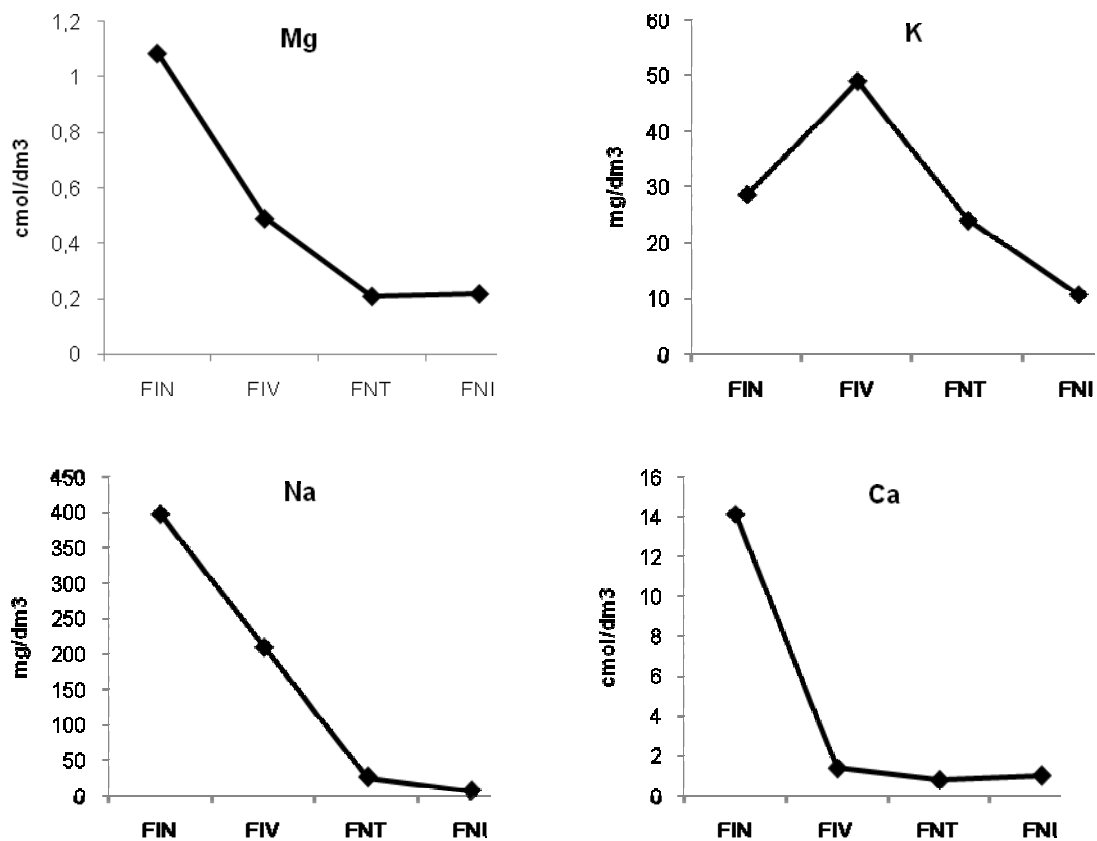


Figura 10 – Teores médios de magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e Cálcio em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

Os teores de matéria orgânica demonstraram relação com a capacidade de troca catiônica, sendo os valores mais elevados na Floresta Inundada, decrescendo de forma gradual ao longo do gradiente (Figura 11), indicando que não há muita contribuição da fração mineral (argila) na CTC, como já era esperado para solos arenosos.

Os teores de alumínio acompanharam a acidez extrema dos solos, excetuando o caso da Floresta Não Inundável, que mostrou valores mais baixos (Figura 12). Esta é umas das condições que provavelmente contribuirão para substituição de espécies existente no gradiente analisado.

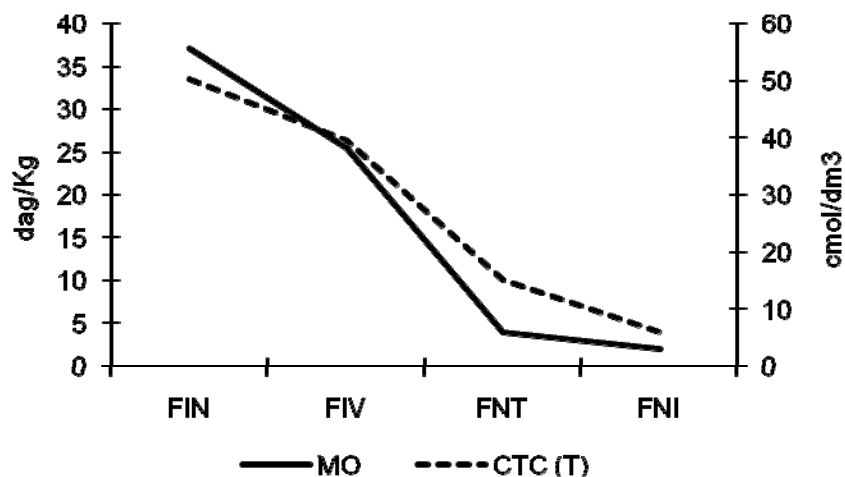


Figura 11 – Relação dos teores médios de Matéria Orgânica (MO - coluna da direita) e Capacidade de Troca Catiônica (CTC (T) - coluna da esquerda) em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

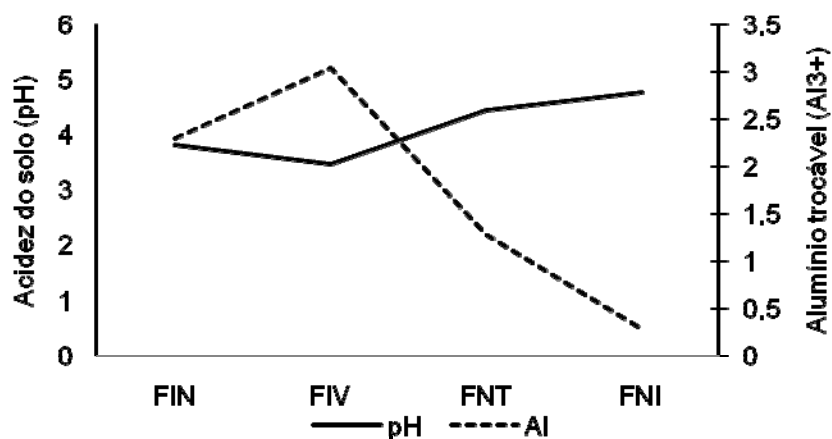


Figura 12 – Relação dos teores médios de Alumínio trocável e acidez em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES.

O gradiente pedológico e hidrológico refletiu nos aspectos fitofisionômicos das formações estudadas. A Floresta Inundada foi a que apresentou menor porte e menor heterogeneidade na composição de espécies, indicando que provavelmente a elevada altura do lençol freático, associado às elevadas concentrações de sais, alumínio e acidez representam os fatores mais limitantes para o estabelecimento de fisionomias florestais e espécies vegetais.

#### 4. DISCUSSÃO

As maiores proporções de Silte e Argila das áreas de intercodão (Florestas inundáveis e inundadas) para áreas sobre os cordões arenosos (Florestas não inundáveis) foi reportada por Martin *et al.* (1997), que mencionam a predominância de solos mais sílticos e/ou areno-argilosos para as áreas de intercordões, e solos mais arenosos para os cordões. Tais diferenças refletem o regime diferencial de deposição de sedimentos, com águas mais calmas depositando areia e silte, além de matéria orgânica nos espaços intercordões. IBGE (1983) indica que os Gleissolos e Organossolos sob formações florestais de várzeas de planícies quaternárias do Espírito Santo e Rio de Janeiro, apresentam textura argilosa a muito argilosa, respectivamente. Entretanto, boa parte das argilas encontradas em solos de Restinga pode na verdade, estar representada por partículas mais finas de matéria orgânica, como reportado por Britez (2005).

A maior predominância de areia em outras Florestas Não Inundáveis de Restinga também foi constatada por Fabris (1995), Guedes *et al.* (2006) e Britez (2005). Gomes *et al.* (2007) na Restinga da Ilha do Cardoso encontraram a predominância de areia para áreas de Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos, com areia franca em profundidade, seguindo a tendência encontrada no Espodossolo sob a Floresta Não Inundável de Transição no presente estudo. Essa parece ser uma tendência geral para os solos de florestas não inundáveis de Restinga, sendo formado pela deposição de sedimentos predominantemente arenosos quartzosos, pobres e lixiviados.

A predominância de areia nos solos de fisionomias Florestais Não Inundáveis confere uma permeabilidade elevada, com acentuada perda de nutrientes por lixiviação (Britez *et al.* 1997; Bigarella 2001; Britez 2005). Já para as classes texturais Franco-Argilo-Arenosa encontradas para as Florestas Inundadas e Inundáveis, a lixiviação não deve ser tão intensa, promovendo maior retenção de nutrientes nestas áreas, condição similar à reportada por Guedes *et al.* (2006) para um trecho de Floresta Inundável em Bertioga/SP.

Guedes *et al.* (2006) reportam que os solos em áreas de florestas inundáveis em Bertioga/SP também apresentaram maiores valores de soma de bases que as florestas sem inundações. O mesmo foi reportado por Carvalho *et al.* (2005) em florestas ciliares com drenagem deficientes em Floresta Estacional Semidecidual.

Esta condição revela solos mais férteis sob as florestas com alagamento permanente e/ou periódico, em virtude do ambiente concentrador e com maiores teores de matéria orgânica, argila, e no presente caso, de influências flúvio-marinhas. Contudo, todos os solos analisados no presente estudo são distróficos, apresentando desta forma, limitações mais ou menos severas para o estabelecimento de espécies vegetais.

A soma de bases é relativamente baixa em solos das regiões costeiras pela textura predominantemente arenosa, especialmente aquelas que não sofrem inundações. Diferentes autores também encontraram baixos valores de soma de bases em diferentes solos costeiros do Brasil (Pereira 1990<sup>b</sup>; Silva 1990; Fabris 1995; Cesar & Monteiro 1995; Simonelli 1998; Guedes *et al.* 2006; Britez 2005; Gomes *et al.* 2007). Em ambientes de Restinga, há um papel destacado da matéria orgânica na geração de cargas, sendo citada como a principal responsável pelo aumento da capacidade de troca de cátions dos solos, desta forma, contribuindo para a retenção de nutrientes neste ecossistema (Guedes *et al.* 2006; Britez 2005; Ruivo *et al.* 2005).

Os teores mais elevados de sódio e dos demais sais nas Florestas Inundada e Inundável são decorrentes de influências flúvio-marinhas, imprimindo características de Mangue “distal”, onde os teores de sais são advindos de águas salobras como exemplificado por Britez (2005) e Ruivo *et al.* (2005).

O elevado teor de alumínio trocável nas formações inundadas e/ou nas inundáveis é reflexo dos baixos valores de pH, devido aos alagamentos existentes nestas formações, como mencionado por Britez (2005) e Guedes *et al.* (2006), em solos sob formações florestais inundáveis de Restinga.

Os maiores teores de fósforo disponível encontrados sob Floresta Não Inundável de Transição podem ter ocorrido em função das concentrações laterais da matéria orgânica que migrou. Contudo, os teores elevados de alumínio e baixo pH destas áreas podem ter promovido a fixação de P no solo (Tonhasca-Junior 2005). Entretanto, os elevados valores de fósforo para a Floresta Não Inundável de Transição podem também ter ocorrido em função da ocorrência de Duripã (Horizonte BS), que serve de barreira à lixiviação do P, já que os maiores teores foram registrados para os horizontes Ebh e Bh, que estão posicionados logo acima de BS.

Os valores de fósforo disponível em formações não inundáveis de Restinga são considerados baixos (Pereira 1990<sup>b</sup>; Silva 1990; Fabris 1995; Britez 2005), sendo também registrados baixos valores para florestas inundáveis (Silva 1990), contudo, Guedes *et al.* (2006) encontrou concentrações mais elevadas de P em camadas superficiais de solos orgânicos sob florestas inundáveis na Restinga de Bertiooga/SP, o que pode ter ocorrido através de aporte antrópico.

Altas concentrações de sais no solo são consideradas um fator estressante para o estabelecimento de espécies vegetais (Larcher 2000), principalmente onde há elevados valores de sódio (Rossi & Mattos 2002). As baixas concentrações de P nesta fisionomia também são limitantes, haja vista, que esse macronutriente é essencial para desenvolvimento do vegetal (Larcher 2000). A profundidade da camada orgânica, altura e permanência da inundação são fatores que atuam na seleção das espécies que podem se desenvolver nestes ambientes, bem como no desenvolvimento fitofisiol gico, como demonstrado por diversos autores (Toninato *et al.* 1998; Ivanauskas & Rodrigues 2000; Sztutman & Rodrigues 2002).

O maior desenvolvimento estrutural de florestas periodicamente inundadas de depressões intercordões de Restingas em rela o a outras fisionomias, foi relatada em outros estudos da costa (Araujo *et al.* 1997; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Britez 2005; Menezes & Araujo 2005; Guedes *et al.* 2006). Este desenvolvimento pode estar ligado a maiores disponibilidades de fósforo, bem como pela maior fertilidade em geral. Embora mais desenvolvida que a Floresta Inundada, e com maior riqueza de espécies, a Floresta Inundável possui menos espécies em compara o com as Florestas Não Inundáveis, sendo estas características impostas pelas condi es de satura o hídrica sazonal e solos ricos em sais. Estes fatores, ainda que em menor intensidade que na Floresta Inundada, atuam fortemente na sele o de espécies (Larcher 2000; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Britez 2005; Menezes & Araujo 2005; Guedes *et al.* 2006). Outro fator limitante da Floresta Inundada e Inundável   o pH extremamente baixo, ou seja, solos muito ácidos, afetando assim as concentra es de alumínio.

Entre os fatores que podem ter contribuído para o maior porte da forma o de Floresta Não Inundável de Transi o estão   diminui o dos fatores de estresse, como: menor déficit hídrico que o topo de cordão, menor salinidade, sem encharcamentos do solo e maior disponibilidade de P entre as fitocenoses estudadas.



O menor desenvolvimento da Floresta Não Inundável em relação a Transição, está associada a menores teores relativos de nutrientes, menor teor de matéria orgânica e CTC e mais restrições hídricas.

## **5. CONCLUSÃO**

As quatro fisionomias florestais estudadas na Restinga (Florestal inundada, Florestal inundável, Florestal não inundável de transição e Florestal não inundável) revelam-se associadas a diferentes classes de solos e influências de inundações (Figura 13).

As formações florestais apresentaram diferenças fitofisionômicas, indicadas pelo porte da vegetação, adensamento de indivíduos arbustivo/arbóreos e das espécies dominantes em cada área. Há, portanto, um evidente controle pedológico e hidrológico nas características fitofisionômicas das florestas estudadas, bem como em suas espécies características.

Entre os atributos pedológicos que se destacaram nas limitações fisionômicas estão, os teores de matéria orgânica, fósforo, alumínio trocável, e sódio, podendo ser assim considerados fatores que favorecem ou restringem o estabelecimento de desenvolvimento das comunidades vegetais em Restinga.

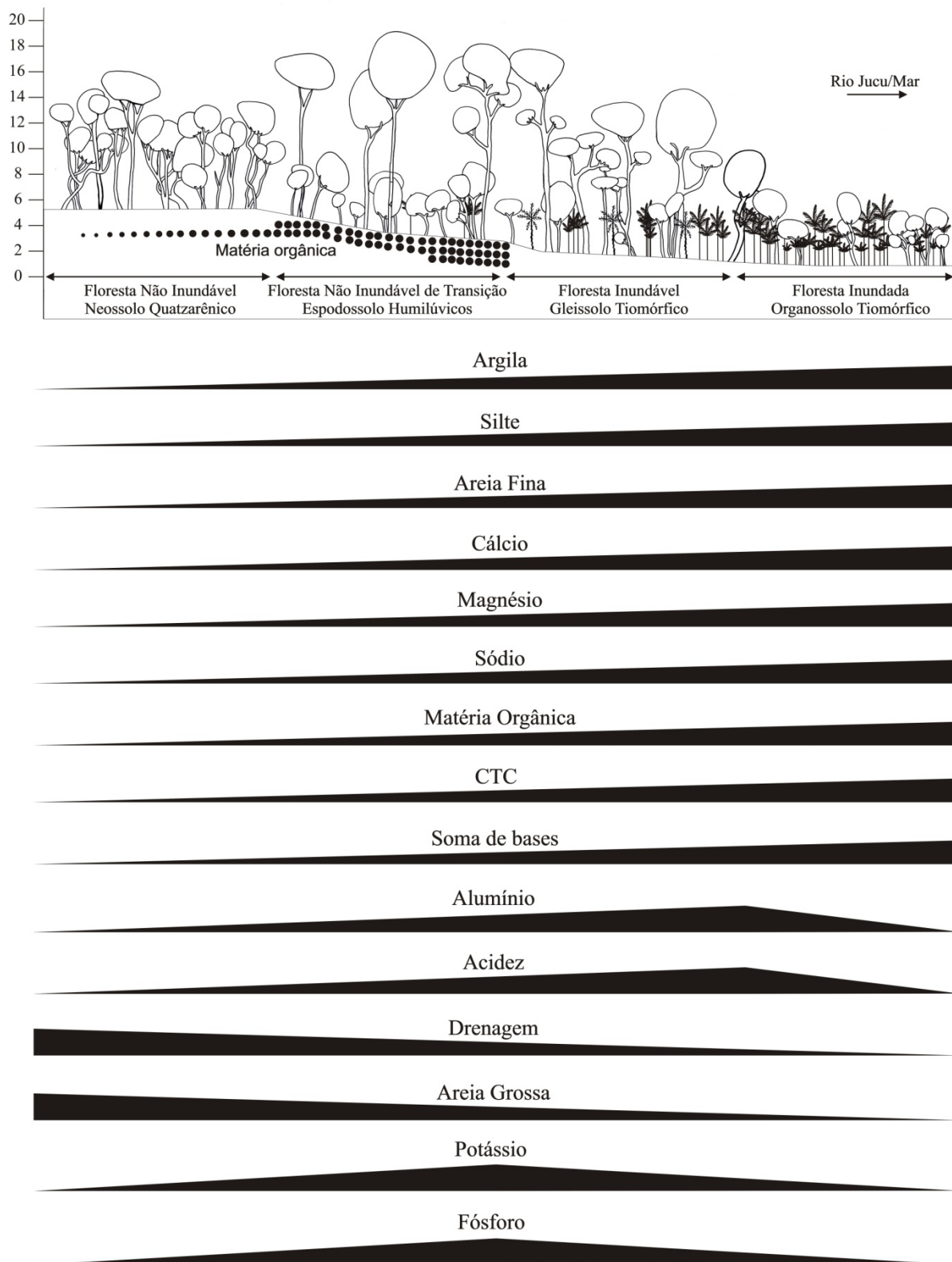


Figura 13 – Modelo do gradiente pedológico existente nas fisionomias florestais no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila velha, ES.

## 6. REFERÊNCIAS

- Alvarez V., V.H.; Novais, R.F.; Barros, N.F.; Cantarutti, R.B. & Lopes, A.S. 1999. Interpretação dos resultados das análises de solos. Pp. 25-32. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G. & Alvarez V., V.H. (eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais.
- Araujo, D. S. D. & Henriques, R. P. B. 1984. Análise florística das Restingas do estado do Rio de Janeiro. Pp. 150-193. In: Lacerda, L. D., Araujo, D. S. D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.) **Restingas: origem, estrutura, processos**. CEUFF, Niterói.
- Araujo, D. S. D. de; Scarano, F. R.; Sá, C. F.; Kurtz, B. C.; Zaluar, H. L. T.; Montezuma, R. C. M. & Oliveira, R. C.. 1997. Comunidades Vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Pp. 39-62. In: F. A. Esteves (ed.) **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé, RJ**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>a</sup>. Florística de um trecho de floresta de Restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 18(1): 191-201.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>b</sup>. Fitossociologia de uma floresta de Restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 349-361.
- Bastos, M.N.C. 1996. **Caracterização das formações vegetais da Restinga da Princesa, Ilha do Algodal - Pará**. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém.
- Bigarella, J. J. 2001. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology, Jubilee Volume (1946-2001)**: 65 – 110.
- Britez, R. M. 2005. Solos. Pp.49-84. In: Marques, M. C. M. & Britez, R. M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR, Paraná.
- Britez, R. M.; Santos Filho, A.; Reissmann, C. B.; Silva, S. M; Athayde, S. F.; Lima, R. X. & Quadros, R. M. B. 1997. Nutrientes no solo de duas florestas da

- planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 21(4): 625-634.
- Carvalho, D. A.; Oliveira Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Curi, N.; Van Den Berg, E.; Fontes, M. A. L. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28(2): 329-345
- César, O. & Monteiro, R. 1995. Florística e fitossociologia de uma floresta de Restinga em Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar), Município de Ubatuba - SP. **Naturalia** 20: 89-105.
- Cordazzo, C.V., Paiva, J.B. & Seeliger, U. 2006. **Guia Ilustrado Plantas das Dunas da Costa Sudoeste Atlântica**. Coleção: Manuais de Campo 8, Editora USEB, Pelotas.
- Costa, C. S. B.; Irgang, B. E.; Peixoto, A. R. & Marangoni, J. C. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** 17(2): 203-212.
- Dansereau, P. 1947. Distribuição de zonas e sucessão nas Restingas do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico** 60: 1431-1433.
- EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 306p.
- Fabris, L. C. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Gomes, F. H.; Vidal-Torrado, P.; Macías, F.; Gherardi, B. & Perez, X. L. O. 2007. Solos sob vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso (SP). I - caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31:1563-1580.
- Guedes, D.; Barbosa, L. M.; Martins, S. E. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de Restinga no Município de Bertioxa, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** 20(2): 299-311.
- IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 1983. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Projeto Radambrasil : Rio de Janeiro.

- IPEMA (Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica) 2005. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: cobertura florestal e unidades de conservação**. Programa Centros para Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil. IPEMA, Vitória, Espírito Santo.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima Artes e Textos, São Carlos, São Paulo.
- Lemos, R. C. & Santos, R. D. 1996. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 83p.
- Lourenço-Junior, J.; Cuzzuol, G. R. F.; Peterle, P. L. & Rocci, M. S. 2007<sup>a</sup>. A Disponibilidade de Nutrientes Como fator de Zonação em Plantas de Restinga. **Revista Brasileira de Biociências 5** (supl. 2): 894-896.
- Lourenço-Junior, J.; Cuzzuol, G. R. F.; Zambom, O. & Souza, R. L. F. 2007<sup>b</sup>. A Salinidade Como Fator de Zonação em Plantas de Restinga. **Revista Brasileira de Biociências 5** (supl. 2): 981-983.
- Magnago, L. F. S.; Pereira, O. J.; Matos, F. A. R. & Souza, P. F. 2007. Caracterização Fitofisionômica da Restinga na Morada do Sol, Vila Velha/ES. **Revista Brasileira de Biociências 51** (supl. 1): 456-458.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L. & Flexor, J-M. 1997. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. CPRM/FAPESP, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Melo, M. M. R. F. 2002. Diagrama de perfil. Pp. 66-71. In: Sylvestre, L. S.; Rosa, M. M. T. (orgs.). Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, v. 1. 123p.
- Menezes, L. F. T. & Araujo, D. S. D. 2005. Formações vegetais da Restinga da Marambaia. Pp. 67-120. In: Menezes, L. F. T. Peixoto A. L. & Araujo, D. S. D. (orgs.) **História Natural da Marambaia**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Pereira, O. J. 1990<sup>a</sup>. Caracterização fitofisionômica da Restinga de Setiba - Guarapari, ES. Pp. 207-219. In: **Anais do II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo**. v. 3, ACIESP, São Paulo.

- Pereira, O. J. 1990<sup>b</sup>. **Levantamento florístico de uma área de Restinga do Estado do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Pereira, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. Pp. 177-179. In: Jardim, M. G.; Bastos, M. N. C.; Santos, J. U. M. (orgs.). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal**. Belém/PA.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B. & Corrêa, G. F. 2007. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. UFLA, Lavras.
- Rossi, M. & Mattos, I. F. A. 2002. Solos de mangue do estado de São Paulo: caracterização química e física. **Revista do Departamento de Geografia 15**: 101–113.
- Ruivo, M. L. P.; Amaral, I. G.; Faro, M. P. S.; Ribeiro, E. L. C.; Guedes, A. L. S.; Santos, M. M. L. S. 2005. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodual/Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais 1(1)**: 227-234.
- Menezes-Silva, S. & Britez, R. M. 2005. A vegetação da planície costeira. Pp.49-84. In: Marques, M. C. M. & Britez, R. M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Editora da Universidade Federal do Paraná-UFRPR, Paraná.
- Silva, S. M. 1990. **Composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta de Restinga na Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Simonelli, M. 1998. **Florística e Fitossociologia da vegetação arbórea de Muçununga, Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R. R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariqueira - Açú, SP. **Revista Brasileira de Botânica 25(2)**: 61-176.
- Toniato, M. T. Z.; Leitão Filho, H. F. & Rodrigues, R. R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica 21**: 197-210.

Tonhasca-Junior, A. 2005. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Editora Interciência, Rio de Janeiro.

Ule, E. 1901. Die vegetation von Cabo Frio an der Kusten von Brasilien. **Botanische Jahrbücher für Systematik** 28: 511-528.

## IV. CAPÍTULO II

### VARIAÇÕES NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM FORMAÇÕES FLORESTAIS DE RESTINGA, VILA VELHA/ES

**RESUMO** – (Variações na composição florística, riqueza e abundância de espécies arbustivo-arbóreas em formações florestais de Restinga, Vila Velha/ES). O presente estudo objetivou determinar as possíveis relações das variações na composição, abundância e riqueza de espécies em um gradiente de fisionomias florestais com as variáveis pedológicas e inundação. As florestas analisadas localizam-se na margem esquerda do Rio Jucu, na Restinga do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. O levantamento florístico das espécies arbustivo/arbóreas foi realizado através de 80 parcelas de 5x25 m, distribuídas equitativamente entre as florestas estudadas (Floresta Não Inundável e Não Inundável de Transição e Floresta Inundável e Inundada), totalizando 1,0 ha de amostragem. Foram incluídos na amostragem os indivíduos com circunferência a altura do peito  $\geq 10$  cm a 1,30 m do solo. Foram coletadas amostras de solo superficial (0-10 cm) em cada parcela para análise química e física. Os resultados dessas amostras mostraram um gradiente pedológico, sendo também constatadas diferentes influências do lençol freático nas florestas analisadas. Foram levantadas 132 espécies, distribuídas em 49 famílias, onde as de maior riqueza foram Myrtaceae (23), Lauraceae (12), Fabaceae (9), Clusiaceae (8), Sapotaceae (6), Melastomataceae e Euphorbiaceae (5) e Rubiaceae, Apocynaceae e Annonaceae com quatro espécies cada. As formações apresentaram diferenças significativas na riqueza de espécies, com exceção da Floresta Não Inundável em relação a Floresta Não Inundável de Transição. A análise de correlação canônica (CCA) evidenciou que as espécies apresentam sua distribuição ao longo do gradiente sob influência da drenagem, das concentrações de nutrientes e das características físicas dos solos. Pôde-se constatar uma estreita relação entre as características edáficas com a composição, abundância e riqueza de espécies.

Palavras-chave: Drenagem, fertilidade do solo, abundância de espécies, riqueza, Rio Jucu.



**ABSTRACT** – (Changes in floristic composition, species richness and abundance of scrubs and trees in forest formations of Restinga, Vila Velha/ES). This study aimed to determine the possible relationship of variations in composition, abundance and species richness in a gradient of forest physiognomies with varying soil and flooding. Forests analyzed are located in the left bank of the Jucu River in Restinga do Natural Park Municipal of Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. The floristic survey of the species scrub/tree was performed using 80 plots of 5x25 m, distributed equally between the forests studied (not flood forest, not flood of transition forest, flood forest and flooded forest), totaling 1.0 ha sampling. Samplings were included in the individuals with circumference at breast height  $\geq 10$  cm at 1.30 m above the ground. Samples were collected from topsoil (0-10 cm) in each plot for chemical analysis and physical. The results of these samples showed a gradient pedologic and also found different effects of water table in the forests studied. We raised 132 species, distributed in 49 families, where the greatest wealth were Myrtaceae (23), Lauraceae (12), Fabaceae (9), Clusiaceae (8), Sapotaceae (6), Melastomataceae and Euphorbiaceae (5) and Rubiaceae, Apocynaceae and Annonaceae with four species each. The training showed significant differences in species richness, except for not swamp forest on not flooded transition forest. The analysis of canonical correlation (CCA) showed that the species have their distribution along the gradient under the influence of drainage, the concentrations of nutrients and the physical characteristics of soils. It was found a close relationship between soil characteristics with the composition, abundance and species richness.

Key words: Drainage, soil fertility, species abundance, richness, Jucu River.

## 1. INTRODUÇÃO

As restingas são ecossistemas presentes na região costeira, ocorrendo sobre terrenos originados durante o período Quaternário (Pleistoceno e Holoceno), formada predominantemente pela deposição de areias quartzosas marinhas, podendo ter ou não influências da deposição de sedimentos fluviais (Pereira 2003).

Devido as diferentes regressões e transgressões do nível do mar durante o período Quaternário, cordões e intercordões arenosos foram originados (Martin *et al.* 1997), apresentando níveis topográficos diferenciados. Esta condição propiciou a existência de variados tipos de influência do lençol freático na Restinga, tendo como consequência uma diversificada condição pedológica. Estes fatores abióticos possivelmente deram origem à diversidade fitofisionômica existente nas Restingas da costa brasileira. Esta diversidade foi reportada por diversos autores para diferentes pontos da costa brasileira (Pereira 1990; Araujo *et al.* 1998; Araujo *et al.* 2004; Menezes-Silva & Britez 2005; Menezes & Araujo 2005; Magnago *et al.* 2007; Henriques *et al.* 1986, Bastos 1996). Estes autores separaram as formações principalmente com base no porte da vegetação e pelos diferentes níveis do lençol freático a que cada fitocenose está submetida.

Segundo ter Braak & Prentice (1988) as comunidades bióticas demonstram maior desenvolvimento em limites estreitos de seus ótimos, variando conforme a existência de gradientes físicos. Entre os fatores abióticos, as características físicas, químicas e classes de drenagem do solo, têm sido amplamente citadas como importantes agentes na distribuição de espécies em comunidades vegetais nos ambientes tropicais (Lathwell & Grove 1986; Oliveira-Filho *et al.* 1994; Clark *et al.* 1999; Tonhasca-Junior 2005; Magurran 2004; Budke *et al.* 2007; Ferreira-Junior *et al.* 2007). Desta forma, os variados tipos de interações entre fatores abióticos e suas respostas na composição de espécies, tem como resultado uma elevada heterogeneidade ambiental, determinando a existência de um mosaico de habitats (Machado *et al.* 2008).

As condições pedológicas e influência do lençol freático também imprimem variações na riqueza de espécies de uma determinada área (Sollins 1998) agindo na seleção de espécies, de maneira tal, que a riqueza tende a variar conforme o grau de influência das variáveis ambientais (Oliveira-Filho *et al.* 1994; Ivanauskas & Rodrigues 2000; Budke *et al.* 2007). Entretanto, o conhecimento sobre as relações

entre as características vegetacionais sob diferentes classes de solos e efeitos de inundações são ainda incipientes, sendo de suma importância que sejam feitas análises mais aprofundadas sobre este tema, principalmente com enfoque para determinação de espécies indicadoras (Jacomine 2004).

Tendo conhecimento da falta de estudos sobre as variáveis ambientais e sua relação com a distribuição e riqueza de espécies no ecossistema Restinga e também para ambientes ribeirinhos como um todo, este trabalho teve como objetivo determinar as possíveis relações nas variações na composição, abundância e riqueza de espécies com as diferentes classes de solos e inundação em um gradiente de fisionomias florestais, tendo como área de estudo um trecho de floresta contínua de Restinga do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2. 1. Área de estudo**

A área de estudo está localizada no distrito Barra do Jucu, município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo. O Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ) possui uma área de 307 hectares (IPEMA 2005) e está localizado no entorno das coordenadas 20°26'25''S e 40°18'45''W. (Figura 1).

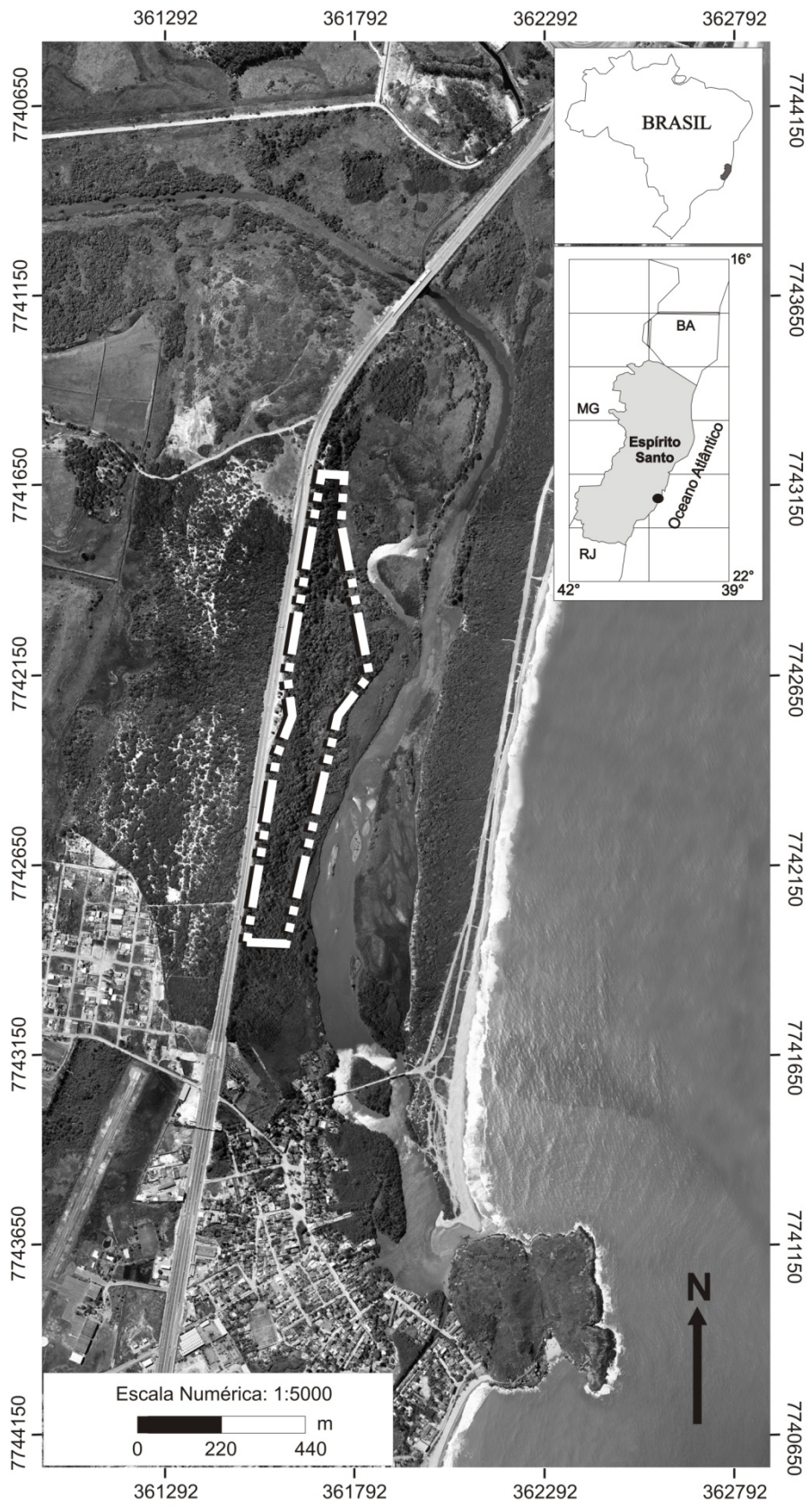


Figura 1 – Localização do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. Em detalhe a localização das áreas florestais estudadas.

Segundo dados do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural) obtidos na estação meteorológica do INMET/Vitória-ES no ano de 2008, localizada a aproximadamente 20 km da área de estudo, o clima da região é classificado, segundo Köppen, como tipo Aw tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos.

Os trechos florestais estudados apresentam-se de forma contínua, estando situados à margem esquerda do Rio Jucu, localizados em um gradiente de intercordão (onde está localizado o Rio Jucu) para o cordão arenoso mais interno ao continente. Esta condição imprime diferentes níveis de influência da inundação causada pelas épocas de cheias e vazões do Rio Jucu, bem como variações pedológicas ao longo do gradiente (Tabela 1). As terminologias para classificação fitofisionômica foram feitas com base em Pereira (2003), sendo: Floresta Não Inundável, Floresta Não Inundável de Transição, Floresta Inundável e Floresta Inundada (Figura 2).

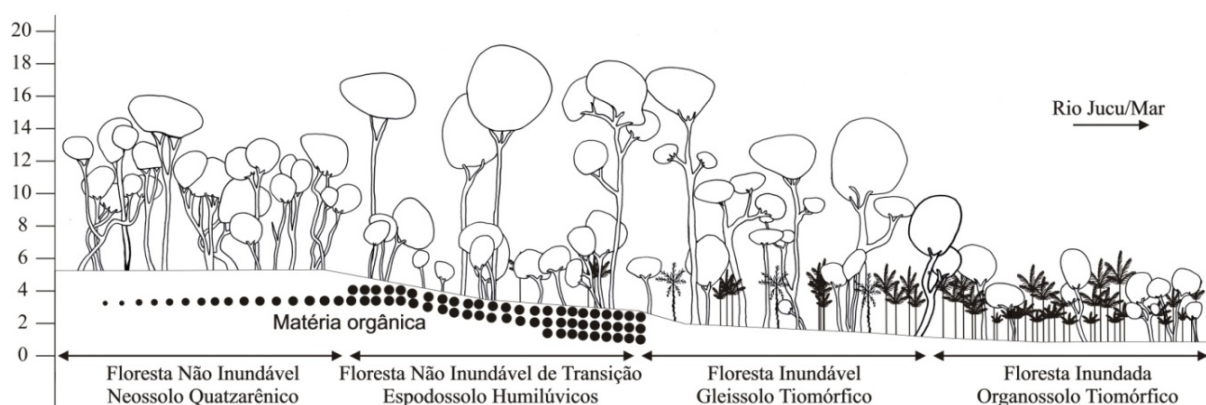


Figura 2 – Perfil esquemático em posição perpendicular à margem do Rio Jucu, e suas relações pedológicas existentes nas fisionomias florestais no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila velha, ES. Fonte: Capítulo 1.

Tabela 1 – Classes de solos e flutuação do lençol freático nas quatro formações florestais do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável; Ojsz=Organossolo Tiomórfico Sáprico Salino; Gmao=Gleissolos Melânicos Alumínicos Organossólicos; Ekgd= Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos Dúricos; Rqoe= Neossolos Quartzarênicos Órticos Espódicos.

Fitofisionomia	Classes de solo	Classes de drenagem do solo	Flutuação do lençol freático (m)		
			Max	Min	Média anual
FIN	Ojsz	Muito mal drenado	0,60	-0,05	0,25
FIV	Gmao	Mal drenados	0,15	-0,30	-0,06
FNT	Ekgd	Modernamente drenados	-0,90	-1,60	-1,23
FNI	Rqoe	Excessivamente drenados	-3,70	-5,00	-4,22

## 2. 2. Levantamento florístico

O levantamento florístico das espécies arbustivo/arbóreas foi realizado através de 80 parcelas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974) de 5x25 m (125 m<sup>2</sup>), totalizando um hectare de amostragem. As parcelas foram divididas equitativamente nas quatro fisionomias florestais estudadas, isto é, 20 parcelas para cada tipo florestal, tendo espaçamento mínimo de 2 m entre si. Procurou-se representar as áreas *core* de cada floresta, por isso, não foram estabelecidas distâncias para alocação das parcelas entre as fitocenoses. As parcelas foram dispostas em cada fisionomia paralelamente a margem do Rio Jucu. Foram incluídos na amostragem todos os indivíduos com CAP ≥ 10 cm a 1,30 m do solo.

As palmeiras *Bactris setosa* e *Bactris vulgaris* possuem crescimento cespitoso, formando touceiras, onde a primeira ocorre nas áreas alagadas em grandes adensamentos (Reis 2006), tornando a separação de seus indivíduos complicada e incerta. Assim, para este estudo foi considerado cada estipe como um indivíduo.

O material botânico foi determinado a partir de consultas ao Herbário CVRD da Vale do Rio Doce, ao Herbário VIES da Universidade Federal do Espírito Santo e ao Herbário MBML do Museu de Biologia Mello Leitão. Também foram feitas consultas a literatura específica e envio de material a especialistas. O material encontrado em estágio fértil foi depositado na coleção do Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, com envio de duplicatas para o Herbário VIES. As espécies foram classificadas em suas respectivas famílias de acordo com *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II 2003).

## 2. 3. Coleta de solos

As amostras de solos foram coletadas para análise química e física em cada parcela, sendo retiradas três amostras simples de solo superficial (0-10cm) em cada unidade amostral, totalizando 240 amostras. Posteriormente foram combinadas (homogeneizadas) as todas as amostras de 0-10 cm a cada duas parcelas, tendo um total de 40 amostras para análise.

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas com malha de 2 mm de diâmetro para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras de

TFSA foram analisadas no Laboratório de Análise de Rotina de Solos no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. O solo de cada fisionomia e suas respectivas classes de drenagem foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA 2006).

## **2. 4. Análises para estudo de gradiente**

As diferenças nos valores de riqueza de espécies e das variáveis químicas e físicas do solo existentes entre as florestas analisadas foram testadas através da análise de variância (ANOVA), sendo posteriormente empregado o teste de Tukey para verificar entre quais áreas as diferenças foram significativas e se existia essa diferença. Também foi empregado o teste de correlação linear de Pearson “r” para verificar a relação de incremento de espécies com as variações de fertilidade (Mg, P, K, Ca), acidez, teor de alumínio e drenagem do solo. Estas análises foram realizadas através do programa Statistica versão 7.0.

O índice de similaridade de Jaccard (Brower & Zar 1984) foi utilizado para verificar as relações florísticas existentes entre as quatro fitocenoses, onde as interpretações se deram através do método de média de grupo (UPGMA) (Sneath & Sokal 1973). Para verificar as possíveis diferenças entre as variáveis edáficas, foi utilizada a Distância Euclidiana com método de média de grupo (UPGMA). Estas análises foram feitas utilizando o programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCune & Mefford 1999).

Para investigar as diferenças na heterogeneidade florística de cada fisionomia estudada foi empregada uma curva de rarefação (Magurran 2004). As curvas geradas foram linearizadas através de função logarítmica (log) para que fosse empregado um teste de projeção linear, a fim de se verificar os níveis de significância de cada curva. Esta análise foi feita com auxílio do Software Microsoft Excel 2007.

Para analisar as correlações entre os gradientes ambientais (solo e drenagem) e vegetacionais presentes nas formações florestais estudadas, foi empregada a análise de correspondência canônica (CCA) (ter Braak 1987). Para este teste, foram utilizadas apenas as espécies que apresentaram valores iguais ou superiores a cinco indivíduos amostrados. Estes dados foram correlacionados com oito variáveis químicas do solo: pH em H<sub>2</sub>O, Fósforo (P), Cálcio (Ca), Alumínio (Al),

Sódio (Na), Magnésio (Mg), Potássio (K), Matéria Orgânica (MO). As variáveis físicas utilizadas para a CCA foram Areia Grossa, Areia Fina, Silte e Argila. As espécies também foram correlacionadas com classes de drenagem de cada fitofisionomia. As análises e gráficos da CCA foram gerados através do programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCune & Mefford 1999). Para verificar o nível significância dos resultados apresentados pelo eixo principal da ordenação canônica, foi empregado o teste de permutação de Monte Carlo (ter Braak 1988; 1994).

Para melhor verificação das relações entre as espécies e as variáveis ambientais expressadas por cada tipo florestal analisado, foi utilizada a Análise de Espécies Indicadoras (Dufrêne & Legendre 1997), sendo os cálculos processados pelo programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCune & Mefford 1999). Segundo Machado *et al.* (2008) este método combina informações sobre a concentração da abundância de uma espécie em um certo grupo de unidades amostrais, revelando informações sobre a fidelidade da ocorrência desta espécie a este mesmo grupo. Os resultados são expressos pelo valor indicador observado (VIO), onde a significância dos dados é dada pelo teste de permutação de Monte Carlo. Desta forma, uma espécie apenas é considerada indicadora de um habitat quando esta apresenta o maior VIO e o resultado do teste de Monte Carlo é significativo a  $p < 0,05$ . (Machado *et al.* 2008).

### **3. RESULTADOS**

#### **3. 1. Ambiente físico**

As variáveis químicas e físicas do solo apresentaram diferenças significativas entre as classes de solos quando analisadas para as quatro formações como um todo, mas não quando tratadas para os quatro subgrupos de solo em separado (Tabela 2). No entanto as maiores variações foram apresentadas entre os Espodosolos Humilúvicos (Formação Não Inundável de Transição) em comparação com os Gleissolos Melânicos (Floresta Inundável) e Orgânossolos Tiomórficos. Os Neossolos Quatzarênicos se mostraram muito próximos aos Espodosolos em termos de características físicas e químicas do solo.



As classes de drenagem variaram significativamente ( $P < 0,001$ ) entre todas as formações, reforçando as fortes características impressas pela ação da inundação causada pelas flutuações do lençol freático.

Os valores de pH foram mais baixos para as formações com maior influência do lençol freático, concomitante a isto, os valores de Al também foram mais elevados nestas formações. Seguindo este mesmo padrão estão as concentrações de matéria orgânica, sódio, potássio, magnésio, silte e argila. As variáveis que apresentaram maiores concentrações nas Florestas Não Inundáveis foram pH e areia grossa. Contudo, todas as classes de solos analisadas são distróficas.

Os solos das Florestas Inundáveis e Inundada apresentaram maiores teores de nutrientes, sendo por isso mais férteis, e devido as maiores porcentagens de silte e argila são ainda menos lixiviáveis. No entanto, são também mais limitantes ao estabelecimento de espécies, por serem mais tóxicos devido a maiores concentrações de Al. Estes são também extremamente ácidos, mais salinizados e apresentam-se com drenagem deficiente, onde o lençol permanece aflorado ou próximo da superfície durante todo o ano, podendo ser considerados mais severos ao estabelecimento de espécies vegetais.

Tabela 2 – Variáveis químicas e físicas superficiais do solo (0-10) nas quatro formações florestais analisadas no PNMJ, Vila Velha/ES. Os dados estão representados pelas médias entre 20 parcelas.  $p$ =representa o nível de significância entre duas fisionomias através do teste de Tukey;  $P$ = representa o nível de significância entre as fisionomias através da ANOVA. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável. Nas linhas, as letras comparam as médias entre as variáveis pedológicas analisadas para as formações pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Variáveis do solo	FNI	$p$	FNT	$p$	FIV	$p$	FIN	$P$
pH em H <sub>2</sub> O	4,73 ± 0,23a	***	4,35 ± 0,26b	***	3,78 ± 0,12c	***	4,06 ± 0,24d	**
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2,45 ± 0,57a	***	5,11 ± 2,07b	***	9,44 ± 3,09c	ns	9,37 ± 2,40c	**
K (mg/dm <sup>3</sup> )	16,00 ± 5,88a	ns	22,70 ± 6,24a	***	55,80 ± 16,17b	**	74,30 ± 32,56c	***
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	6,89 ± 5,42a	ns	8,69 ± 4,68a	**	60,90 ± 12,76b	***	209,99 ± 81,8c	**
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,38 ± 0,57a	ns	1,13 ± 0,36a	ns	1,26 ± 0,51a	***	2,59 ± 0,85c	***
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,34 ± 0,09a	ns	0,52 ± 0,23a	*	0,96 ± 0,46b	***	2,72 ± 0,85c	***
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,19 ± 0,17a	*	0,87 ± 0,64b	***	3,00 ± 1,00c	***	1,91 ± 0,77d	***
MO (dag/Kg-1)	2,39 ± 0,52a	ns	5,07 ± 2,81a	***	35,07 ± 12,12b	***	48,31 ± 8,01c	***
Areia grossa (%)	90,00 ± 1,03a	ns	88,00 ± 2,34a	***	42,50 ± 13,68b	***	24,20 ± 15,59c	**
Areia fina (5)	4,90 ± 0,72a	ns	5,10 ± 1,17a	***	17,20 ± 12,75b	**	5,50 ± 4,52a	**
Silte (%)	1,00 ± 0,79a	ns	0,60 ± 0,68a	***	6,90 ± 2,17b	***	16,70 ± 3,92c	***
Argila (%)	4,10 ± 1,07a	ns	6,30 ± 2,60a	***	33,40 ± 9,01b	***	53,60 ± 15,67c	***

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ; ns=não significativo.

O dendograma obtido através da Distância Euclidiana revelou a formação de dois grupos distintos de solos (Figura 3). O grupo A apresentou dois subgrupos, onde A1 foi formado pelas parcelas presentes nos Neossolos Quartzarênicos (Floresta Não Inundável) e Espodossolos Humilúvicos (Floresta Não Inundável de Transição), com uma elevada proximidade entre seus componentes, fato que também foi demonstrado anteriormente pelo teste de Tukey (Tabela 2). O subgrupo A2 apresenta-se praticamente composto por parcelas posicionadas sobre Gleissolos Melânicos (Floresta Inundável), com exceção de seis parcelas dos Orgânosolos Tiomórficos (Floresta Inundada). O grupo B é formado exclusivamente por parcelas da classe dos Orgânosolos Tiomórficos (Floresta Inundada), sendo que este apresentou um elevado distanciamento das demais classes de solos.

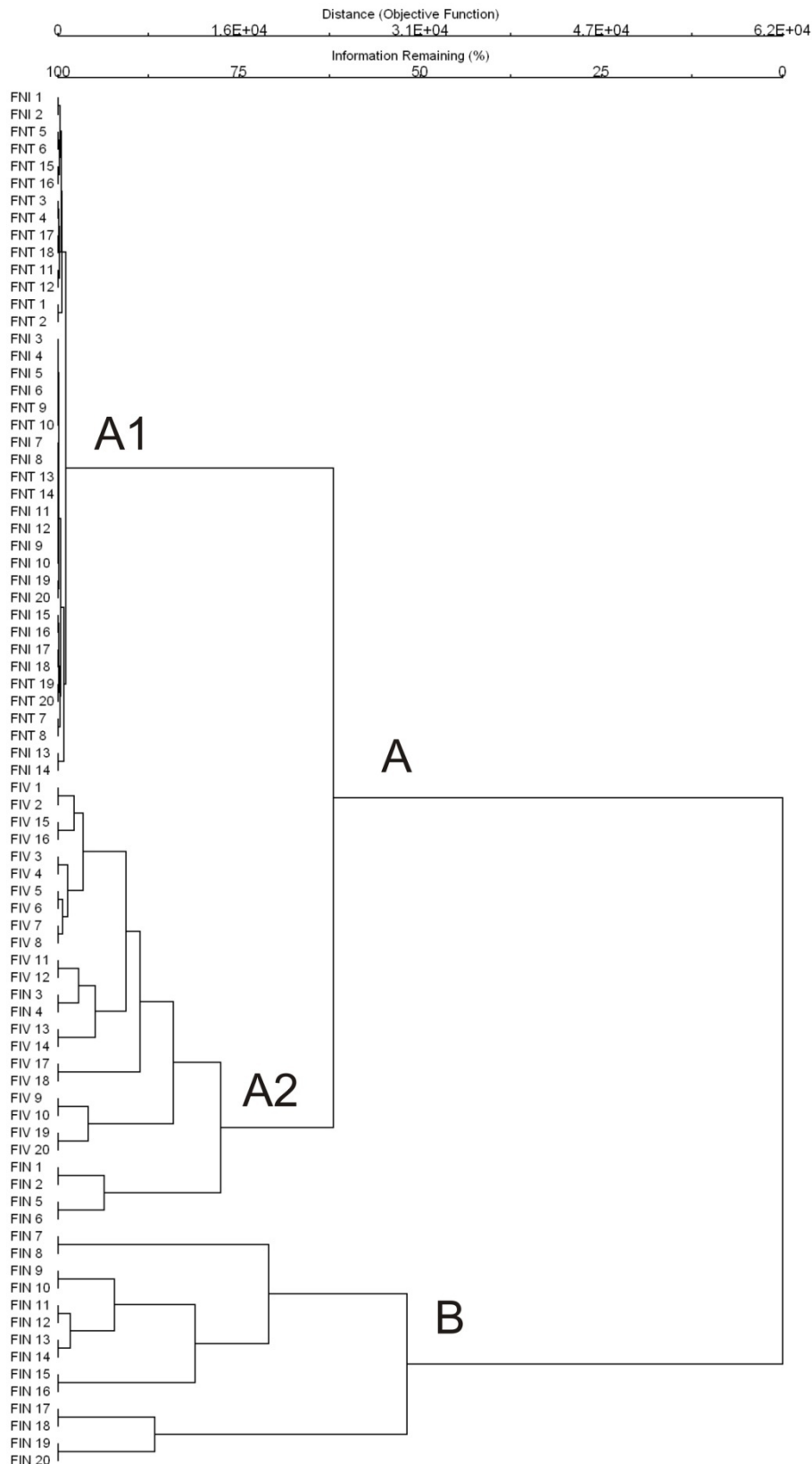


Figura 3 – Dendrograma de Distância Euclidiana para as variáveis químicas e físicas das quatro formações florestais estudadas no PNMJ, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável;

### 3. 2. Análise florística

Nas quatro formações florestais analisadas do PNMJ foram amostrados 3.804 indivíduos, onde foram encontradas 132 espécies, distribuídas em 49 famílias, sendo que as de maior riqueza foram Myrtaceae (23), Lauraceae (12), Fabaceae (9), Clusiaceae (8), Sapotaceae (6), Melastomataceae e Euphorbiaceae (5) e Rubiaceae, Apocynaceae e Annonaceae com quatro espécies cada (Figura 4; Tabela 3). Das famílias amostradas 54,14% estão representadas por apenas uma espécie.

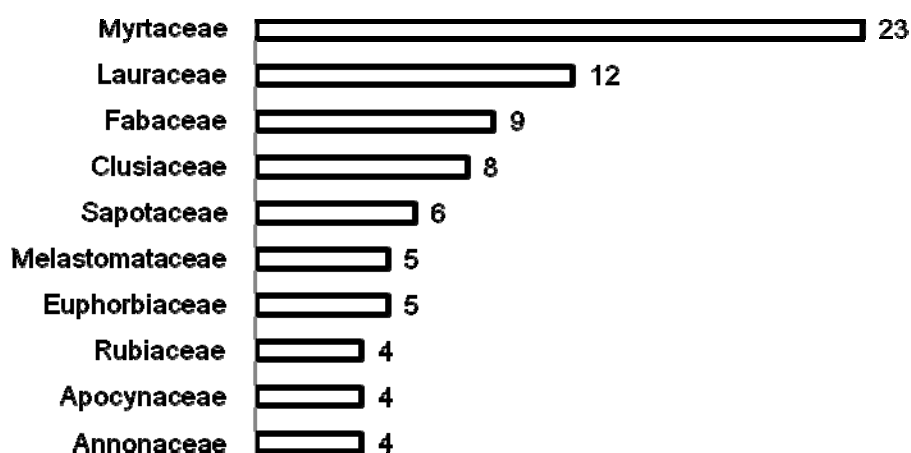


Figura 4 – Representação gráfica das famílias de maior riqueza florística nas quatro formações florestais analisadas do PNMJ, Vila Velha/ES.

Tabela 3 – Lista florística das quatro formações florestais analisadas no PNMJ, Vila Velha/ES. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; FIN=Floresta Inundada.

Família	Espécies	FNI	FNT	FIV	FIN
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	X	X
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.		X		
Annonaceae	<i>Annona acutiflora</i> Mart.	X	X		
	<i>Annona</i> sp 1		X		
	<i>Xylopia laevigata</i> R.E. Fr.	X			
	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.		X		
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	X	X		
	<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart.		X		
	<i>Rauvolfia mattfeldiana</i> Markgr.	X	X		
	<i>Tabernaemontana laeta</i> Willd. ex Roem. & Schult.		X		
Araliaceae	<i>Dendropanax selloi</i> Marchand		X	X	
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i> Mart.		X	X	X
	<i>Bactris vulgaris</i> Barb. Rodr.	X	X		

Família	Espécies	FNI	FNT	FIV	FIN
	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.			X	X
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	X	X	X	
	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.				X
	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	X			
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X	X	
	<i>Protium icariba</i> (DC.) Marchand	X	X		
Cactaceae	<i>Brasilopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger	X			
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	X	X	X	X
Chrysobalanaceae	<i>Couepia ovalifolia</i> (Schott) Benth.	X	X		
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.		X	X	X
	<i>Clusia hilariana</i> Schlttdl.	X			
	<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	X	X		
	<i>Garcinia cf gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi		X		
	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi	X	X		
	<i>Kielmeyera membranacea</i> Casar.	X	X		
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.		X	X	X
	<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp.			X	X
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	X	X	X	
Cyatheaceae	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.		X	X	
Ebenaceae	<i>Diospyros janeirensis</i> Sandwith	X	X		
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.		X	X	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum hamigerum</i> O.E. Schulz	X	X	X	
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	X		X	X
	<i>Croton sphaerogynus</i> Müll. Arg.		X		
	<i>Pera glabrata</i> Baill.	X	X	X	
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax			X	X
	<i>Senefeldera</i> sp		X	X	
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp				X
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X	X	X	X
	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	X	X		
	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	X	X		
	<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.				X
	<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	X	X		
	<i>Inga laurina</i> Willd.	X		X	X
	<i>Swartzia apetala</i> Raddi	X	X		
	<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	X	X		
Humiriaceae	<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec.		X		
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers		X	X	
Lauraceae	Lauraceae 1			X	
	Lauraceae 2			X	
	Lauraceae 3				X
	Lauraceae 4				X
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees			X	
	<i>Nectandra psammophila</i> Nees & Mart.	X	X	X	

Família	Espécies	FNI	FNT	FIV	FIN
	<i>Ocotea glauca</i> (Nees) Mez	X	X		
	<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	X	X		
	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez	X	X	X	
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez			X	X
	<i>Ocotea</i> sp1	X	X		
	<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i> Baitello & Coe-Teixeira		X	X	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bahiana</i> W.R. Anderson	X	X		
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	X			
Malvaceae	<i>Pavonia alnifolia</i> A. St.-Hil.	X			
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	X	X	X	X
Melastomataceae	<i>Henriettea saldanhaei</i> Cogn.			X	
	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin			X	X
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.			X	
	<i>Miconia pusilliflora</i> (DC) Naud.	X			
	<i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill.				X
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	X	X		
	<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	X	X		
Monimiaceae	<i>Mollinedia glabra</i> (Spreng.) Perkins	X			
Cecropiaceae	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini		X		X
Moraceae	<i>Ficus clusiifolia</i> Schott		X		
	<i>Ficus tomentella</i> (Miq.) Miq.		X	X	
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		X		
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg				X
	<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.				X
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	X	X		
	<i>Eugenia bahiensis</i> DC.	X	X		
	<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	X			
	<i>Eugenia cyclophylla</i> O. Berg		X		X
	<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg	X			
	<i>Eugenia ilhensis</i> O. Berg	X			
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (H.B.K.) DC.	X			
	<i>Eugenia rostrata</i> O. Berg	X	X		
	<i>Eugenia</i> sp nov.				X
	<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	X			
	<i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg	X	X		
	<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	X	X		
	<i>Myrcia bergiana</i> O. Berg	X	X		
	<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.		X	X	
	<i>Myrcia racemosa</i> Barb. Rodr.			X	X
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) Legrand	X	X		
	Myrtaceae 1		X		
	Myrtaceae 2		X		
	<i>Neomitranthes obtusa</i> Sobral & Zambom	X			
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) A.D. Rotman	X	X		

Família	Espécies	FNI	FNT	FIV	FIN
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	X			
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		X	X	
Olacaceae	<i>Cathedra rubricaulis</i> Miers	X	X		
	<i>Heisteria perianthomega</i> (Vell.) Sleumer	X	X		
Picramniaceae	<i>Picramnia glazioviana</i> Engl.	X			
Polygonaceae	<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	X			X
	<i>Coccoloba arborescens</i> (Vell.) How	X	X		
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum.			X	X
	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.			X	X
	<i>Psychotria carthaginensis</i> Jacq.			X	
Rutaceae	<i>Rauia nodosa</i> (Engl.) Kallunki	X	X		
Rubiaceae	<i>Salzmannia nitida</i> DC.		X		
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	X	X	X	
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	X	X		
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	X	X	X	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	X			
	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	X	X		
	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	X	X	X	
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	X	X		
	<i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini	X			
	<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichl.) Baehni	X			
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng		X	X	
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis coriacea</i> Taub.	X			
Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.			X	X
INDET 1	INDET 1	X			
INDET 2	INDET 2			X	
INDET 3	INDET 3	X			
INDET 4	INDET 4			X	
INDET 5	INDET 5	X			
INDET 6	INDET 6		X		
INDET 7	INDET 7		X		
<b>Total</b>		<b>74</b>	<b>82</b>	<b>47</b>	<b>29</b>

Na Floresta Não Inundável as famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae (15), Fabaceae (7), Sapotaceae (6), Lauraceae (5) e Clusiaceae (4) (Figura 5). Na Floresta Não Inundável as famílias de maior expressão foram as mesmas da Floresta Não Inundável de Transição, com exceção de Sapotaceae que foi substituída por Apocynaceae. Para a Floresta Inundável, Lauraceae (7), Euphorbiaceae (4) e Rubiaceae, Meslatomataceae e Clusiaceae (3) foram as famílias de maior representatividade. Na Floresta Inundada as famílias com maior riqueza foram Myrtaceae (5), Fabaceae, Lauraceae (4) e Clusiaceae (3).

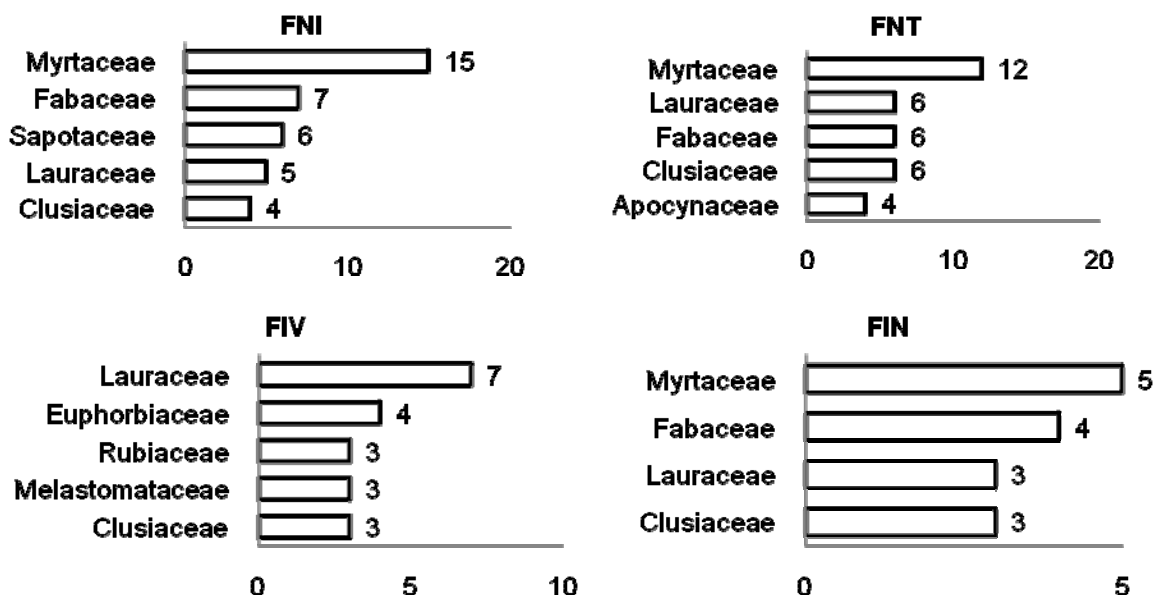


Figura 5 – Representatividade das famílias de maior riqueza nas quatro formações florestais analisadas do PNMJ, Vila Velha/ES. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; FIN=Floresta Inundada.

As formações apresentaram diferenças significativas na riqueza de espécies (Tukey,  $p < 0,01$ ), com exceção da Floresta Não Inundável em relação a Floresta Não Inundável de Transição, que mostraram riquezas semelhantes (Figura 6). No entanto, mesmo não apresentando diferenças significativas a Floresta Não Inundável de Transição foi a que apresentou maior riqueza absoluta, com 82 espécies, estando seguida pela Floresta Não Inundável (74), Floresta Inundável (47) e Floresta Inundada (29). As variações na riqueza de espécies entre as florestas mostraram correlação negativa e estatisticamente significativa com magnésio ( $r = -0,5822$ ;  $p = 0,0001$ ), fósforo ( $r = -0,5739$ ;  $p = 0,0001$ ), potássio ( $r = -0,6418$ ;  $p = 0,0001$ ), cálcio ( $r = -0,357$ ;  $p = 0,0001$ ), sódio ( $r = -0,641$ ;  $p = 0,0001$ ), alumínio ( $r = -0,441$ ;  $p = 0,0001$ ), acidez ( $r = -0,641$ ;  $p = 0,0001$ ), tendo correlação positiva com a drenagem ( $r = 0,654$ ;  $p = 0,0001$ ).



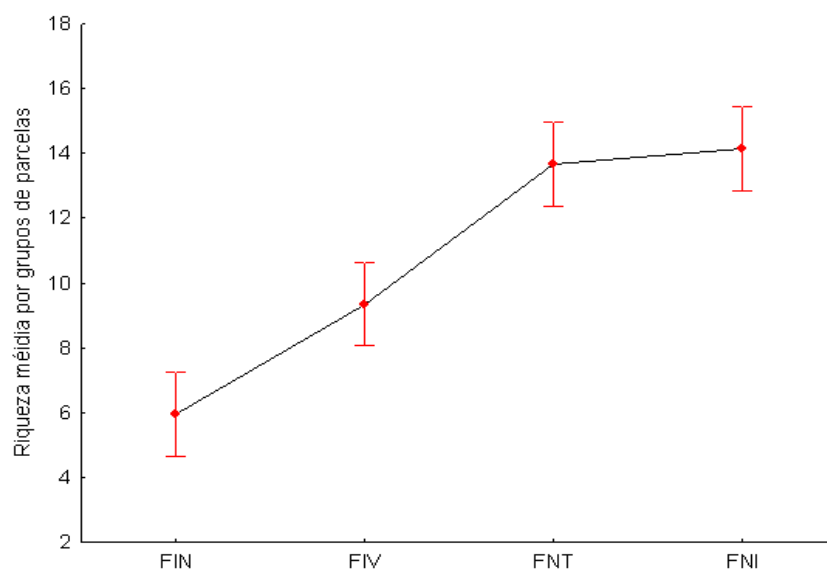


Figura 6 – Médias e desvio padrão da riqueza de espécies analisada grupo de 20 parcelas nas quatro formações florestais do PNMJ, Vila Velha/ES. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; FIN=Floresta Inundada.

A curva de rarefação demonstrou diferença na riqueza potencial para algumas das florestas estudadas (Figura 7). A Floresta Inundada e Floresta Inundável foram significativamente distintas entre si ( $P < 0,05$ ), e também se mostraram diferentes das demais florestas ( $P < 0,01$ ). A Floresta Não Inundável não apresentou diferença significativa quando comparada a Floresta Não Inundável de Transição. Cada curva apresentou uma significância de  $P < 0,001$ , desta maneira, as curvas geradas para cada formação foram altamente significativas. Esta análise indicou uma maior heterogeneidade florística para as formações não inundadas, diminuindo gradualmente em virtude de maiores influências de alagamento do solo e variações pedológicas.

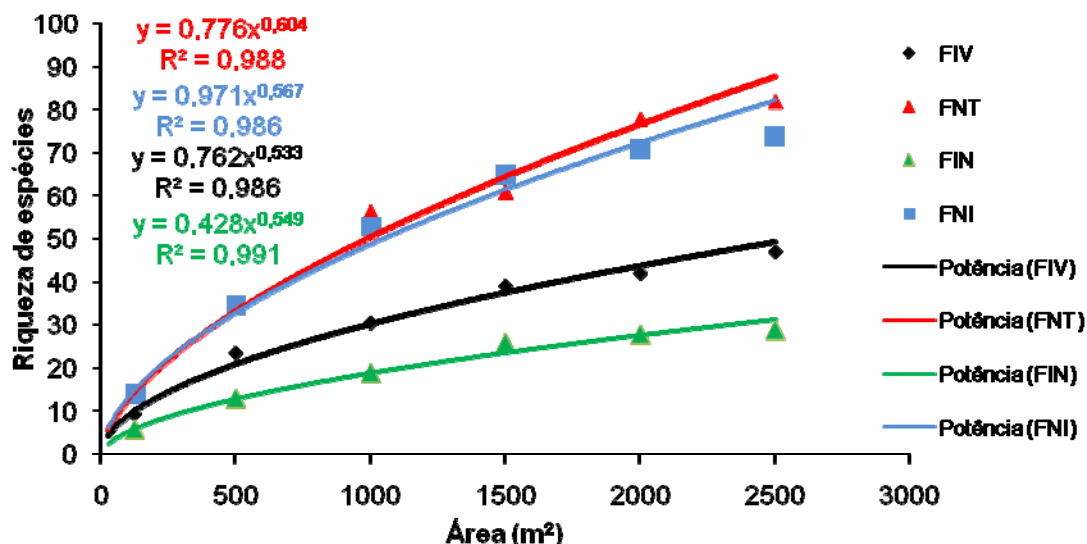


Figura 7 – Curva de rarefação das quatro formações florestais do PNMJ, Vila Velha/ES. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; FIN=Floresta Inundada.

As formações apresentaram um baixo número de espécies compartilhadas, onde apenas 4% foram comuns a todos os ambientes amostrados, 15% ocorreram em três formações, 58% estiveram presentes em duas fitofisionomias e 58% tiveram sua ocorrência restrita em uma única fitocenose. A Floresta Não Inundável e a Floresta Inundada foram as que apresentaram maior porcentagem de espécies com ocorrência restrita (31%), enquanto que a Floresta Inundável e Floresta Não Inundável de Transição apresentaram 17% e 16% de espécies restritas respectivamente.

A baixa similaridade florística pode ser observada através do dendograma de similaridade florística entre as parcelas amostradas, onde os grupos e subgrupos formados apresentaram baixa similaridade entre si (Figura 8). O grupo A foi formado pelas formações de Floresta Não Inundável e Floresta Não Inundável de Transição, sendo que este grupo obteve menos que 5% de similaridade com o grupo B, que é formado pela Floresta Inundável e Floresta Inundada. O subgrupo A1 foi formado praticamente por parcelas de Floresta Não Inundável, com exceção da parcela nove da Floresta Não Inundável de Transição, que foi mais similar a este subgrupo. O subgrupo A2 foi formado exclusivamente por espécies da Floresta Não Inundável de Transição. A Floresta Inundável e Floresta Inundada formaram subgrupos (B1 e B2 respectivamente) bem distintos entre si.

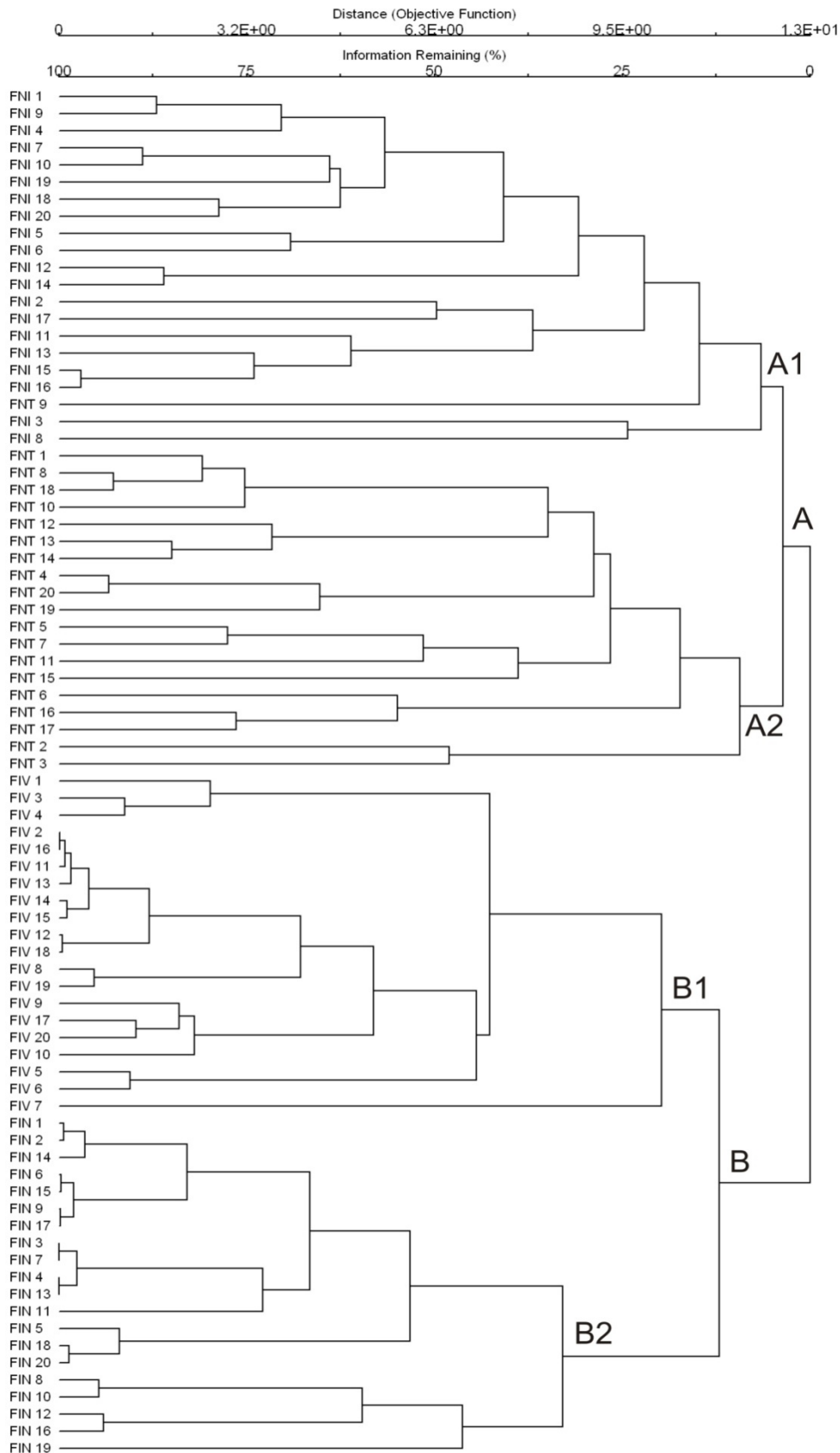


Figura 8 – Dendrograma de similaridade de Jaccard para as variáveis químicas e físicas das quatro formações florestais estudadas no PNMJ, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável;

### 3. 3. Variação na abundância e análise de espécies indicadoras do gradiente

Para análise de ordenação (CCA) e análise de espécies indicadoras observadas (VIO) das variações ambientais existentes no gradiente, foram avaliadas 64 espécies das 132 listadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Espécies arbustivo-arbóreas analisadas no cálculo de correlação canônica (CCA) e suas respectivas abreviações para as quatro formações florestais estudadas no PNMJ, Vila Velha/ES.

<b>Espécie</b>	<b>Abreviações</b>	<b>FNI</b>	<b>FNT</b>	<b>FIV</b>	<b>FIN</b>
<i>Alchornea triplinervia</i>	Alc tri	1	0	10	21
<i>Alibertia myrciifolia</i>	Ali myr	0	0	11	1
<i>Andira fraxinifolia</i>	And fra	1	4	2	2
<i>Annona acutiflora</i>	Ann acu	3	12	0	0
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Asp par	5	2	0	0
<i>Bactris setosa</i>	Bac set	0	26	335	1796
<i>Bactris vulgaris</i>	Bac vul	2	60	0	0
<i>Brasilopuntia brasiliensis</i>	Bra bra	12	0	0	0
<i>Buchenavia capitata</i>	Buc cap	6	1	1	0
<i>Byrsonima sericea</i>	Byr ser	0	5	0	0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cal bra	0	1	2	8
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	Cam gua	16	3	0	0
<i>Casearia commersoniana</i>	Cas com	2	6	5	0
<i>Cathedra rubricaulis</i>	Cat rub	3	3	0	0
<i>Chamaecrista ensiformis</i>	Cha ens	23	13	0	0
<i>Coccoloba arborescens</i>	Coc arb	5	3	0	0
<i>Cupania emarginata</i>	Cup ema	16	9	0	0
<i>Cyathea phalerata</i>	Cya pha	0	1	30	0
<i>Dendropanax selloi</i>	Den sel	0	5	18	0
<i>Eugenia bahiensis</i>	Eug bah	12	4	0	0
<i>Eugenia excelsa</i>	Eug exc	5	0	0	0
<i>Eugenia sp nov.</i>	Eug nov	0	0	0	11
<i>Eugenia rostrata</i>	Eug ros	55	10	0	0
<i>Eugenia sulcata</i>	Eug sul	6	0	0	0
<i>Garcinia brasiliensis</i>	Gar bra	3	2	0	0
<i>Geonoma schottiana</i>	Geo sch	0	0	154	32
<i>Gomidesia martiana</i>	Gom mar	3	4	0	0
<i>Guarea macrophylla</i>	Gua mac	3	13	0	0
<i>Guapira opposita</i>	Gua opp	0	5	2	0
<i>Henriettea saldanhaei</i>	Hen sal	0	0	10	0
<i>Hymenaea rubriflora</i>	Hym rub	6	1	0	0
<i>Inga laurina</i>	Ing lau	1	0	1	5
<i>Jacaranda puberula</i>	Jac pub	15	14	3	0
<i>Kielmeyera albopunctata</i>	Kie alb	3	2	0	0

continuação

<b>Espécies</b>	<b>Abreviações</b>	<b>FNI</b>	<b>FNT</b>	<b>FIV</b>	<b>FIN</b>
<i>Kielmeyera membranacea</i>	Kie mem	3	6	0	0
<i>Manilkara subsericea</i>	Man sub	3	4	0	0
<i>Matayba guianensis</i>	Mat gui	9	10	3	0
<i>Maytenus obtusifolia</i>	May obt	18	12	1	2
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	Mic cin	0	0	4	4
<i>Miconia pusilliflora</i>	Mic pus	0	6	0	0
<i>Micropholis venulosa</i>	Mic vem	11	1	1	0
<i>Myrcia brasiliensis</i>	Myr bra	0	3	5	0
<i>Myrcia racemosa</i>	Myr rac	0	0	2	3
<i>Nectandra oppositifolia</i>	Nec opp	0	0	33	0
<i>Nectandra psammophila</i>	Nec psa	1	8	1	0
<i>Ocotea lobbii</i>	Oco lob	15	2	0	0
<i>Ocotea notata</i>	Oco not	13	10	1	0
<i>Pera glabrata</i>	Per gla	6	9	5	0
<i>Pouteria caimito</i>	Pou cai	14	18	0	0
<i>Pouteria coelomatica</i>	Pou coe	15	0	0	0
<i>Protium heptaphyllum</i>	Pro hep	50	95	19	0
<i>Protium icicariba</i>	Pro ici	1	6	0	0
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Pse bom	4	4	1	2
<i>Psidium cattleyanum</i>	Psi cat	15	0	0	0
<i>Qualea cryptantha</i>	Qua cry	0	0	12	27
<i>Rauvolfia mattfeldiana</i>	Rau mat	8	5	0	0
<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i>	Rho cap	0	13	10	0
<i>Sapium glandulatum</i>	Sap gla	0	0	6	19
<i>Sloanea guianensis</i>	Slo gui	0	4	11	0
<i>Symphonia globulifera</i>	Sym glo	0	15	91	11
<i>Tapirira guianensis</i>	Tap gui	8	21	16	10
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	Thy spr	0	9	0	0
<i>Trichilia casaretti</i>	Tri cas	4	3	0	0
<i>Zollernia glabra</i>	Zol gla	16	4	0	0
<b>Total</b>		<b>421</b>	<b>477</b>	<b>806</b>	<b>1954</b>

Os autovalores encontrados na análise de ordenação de variáveis químicas do solo (CCA1) para os três eixos foram de 0,80, 0,21 e 0,15, para os eixos 1, 2 e 3 respectivamente (Tabela 5). Os autovalores encontrados na análise de ordenação para variáveis físicas e drenagem do solo (CCA2) foram de 0,83 para o primeiro eixo, 0,24 para o segundo eixo e 0,15 para o terceiro eixo. A correlação de Pearson foi elevada para os dois primeiros eixos da CCA1 e CCA2 (Tabela 5). Sustentando este resultado, o teste de permutação de Monte Carlo denotou que a abundância das espécies variou significativamente em função das variáveis ambientais.

Os autovalores do primeiro eixo para os dois CCAs são considerados elevados, já que estes se apresentam com autovalores bem superiores a 0,5 (ter Braak 1995). Esta condição denota a existência de um gradiente bem intensificado nesta direção, havendo, portanto, muitas substituições de espécies entre os três extremos.

Na CCA1, as variáveis que apresentaram valores mais elevados de correlação no primeiro eixo foram a matéria orgânica, fósforo e pH (Tabela 5). Já o magnésio, sódio, potássio e alumínio apresentaram correlações mais baixas, porém com valores considerados bons. Entre as variáveis de maior expressividade na CCA2 estão a drenagem, areia grossa, argila e silte. A areia fina apresentou baixos valores de correlação, no entanto, teve influência na separação das espécies e parcelas presentes na classe dos Gleissolos Melânicos.

Tabela 5 – Síntese dos resultados das análises de correspondência canônica (CCA) das 64 espécies distribuídas em 80 parcelas, sendo correlacionados os dados ambientais, correlação de Pearson teste de permutação de Monte Carlo, para as florestas estudadas no PNMJ, Vila Velha, ES. CCA1 corresponde a relação da vegetação com os dados químicos do solo; CCA2 CCA1 corresponde a relação da vegetação com os dados químicos físicos e drenagem do solo.

CCAs	CCA1			CCA2		
	1	2	3	1	2	3
<b>Eixos</b>						
Autovalores	0,80	0,21	0,15	0,83	0,22	0,15
Variância total explicada (%)	13,10	3,50	2,50	13,60	3,70	2,50
Correlação de Pearson - espécies x variáveis	0,95	0,71	0,68	0,97	0,72	0,67
Permutação de Monte Carlo - Abundância x variável	**	**	**	**	**	**
<b>Correlações das variáveis internas:</b>						
Acidez (pH)	-0,70	0,38	-0,12	-	-	-
Fósforo	0,73	-0,17	-0,04	-	-	-
Potássio	0,67	0,17	-0,11	-	-	-
Sódio	0,68	0,38	-0,17	-	-	-
Cálcio	0,44	0,28	-0,27	-	-	-
Magnésio	0,67	0,35	-0,12	-	-	-
Alumínio	0,63	-0,34	0,08	-	-	-
Matéria orgânica	0,88	0,06	-0,19	-	-	-
Areia grossa	-	-	-	0,89	0,19	0,16
Areia fina	-	-	-	-0,17	0,31	-0,45
Silte	-	-	-	-0,80	-0,39	0,07
Argila	-	-	-	-0,81	-0,24	-0,05
Drenagem	-	-	-	0,95	-0,09	-0,12

\*\* $P < 0,01$

As ordenações propostas com dados químicos (CCA1) e físicos (CCA2) separaram nitidamente as parcelas de acordo com suas respectivas classes de solos (Figura 9 e 10). Os Neossolos Quartzarênicos concentraram-se no quadrante superior a esquerda, enquanto que os Espodossolos Humilúvicos ficaram concentrados no quadrante inferior, embora algumas parcelas tenham se misturado em ambos os quadrantes. Os Gleissolos Melânicos estão concentrados entre os quadrantes inferiores da esquerda e da direita, sendo que em meio a estes foram agrupadas algumas parcelas da classe de solos dos Organossolos Tiomórficos. Os Organossolos Tiomórficos ficaram concentrados no quadrante superior da direita, onde também puderam ser observadas parcelas do grupo de solos dos Gleissolos Melânicos.

Estes resultados denotam a existência de um gradiente da direita para esquerda na representação dos CCAs, isto é, seguindo dos Organossolos Timórficos que estão posicionados nas áreas topograficamente mais baixas (intercordões) e inundadas, com maiores teores de matéria orgânica (MO), magnésio (Mg), sódio (Na) e Potássio (K). Os Gleissolos Melânicos também estão na região de intercordões, mas estão posicionados em uma região topograficamente mais elevada em relação ao anterior, sendo por isso inundáveis. Este também apresentou maiores concentrações de fósforo (P) e alumínio (Al). Segundo o gradiente proposto pelas ordenações, segue os Espodossolos Humilúvicos que estão situados no início do cordão arenoso, tendo uma drenagem moderada, uma concentração intermediária de nutrientes e incremento de areia grossa. A classe dos Neossolos Quartzarênicos estão posicionados no trecho mais elevado e plano do cordão arenoso, com solos excessivamente drenados, menos ácidos e com menor fertilidade que os demais.

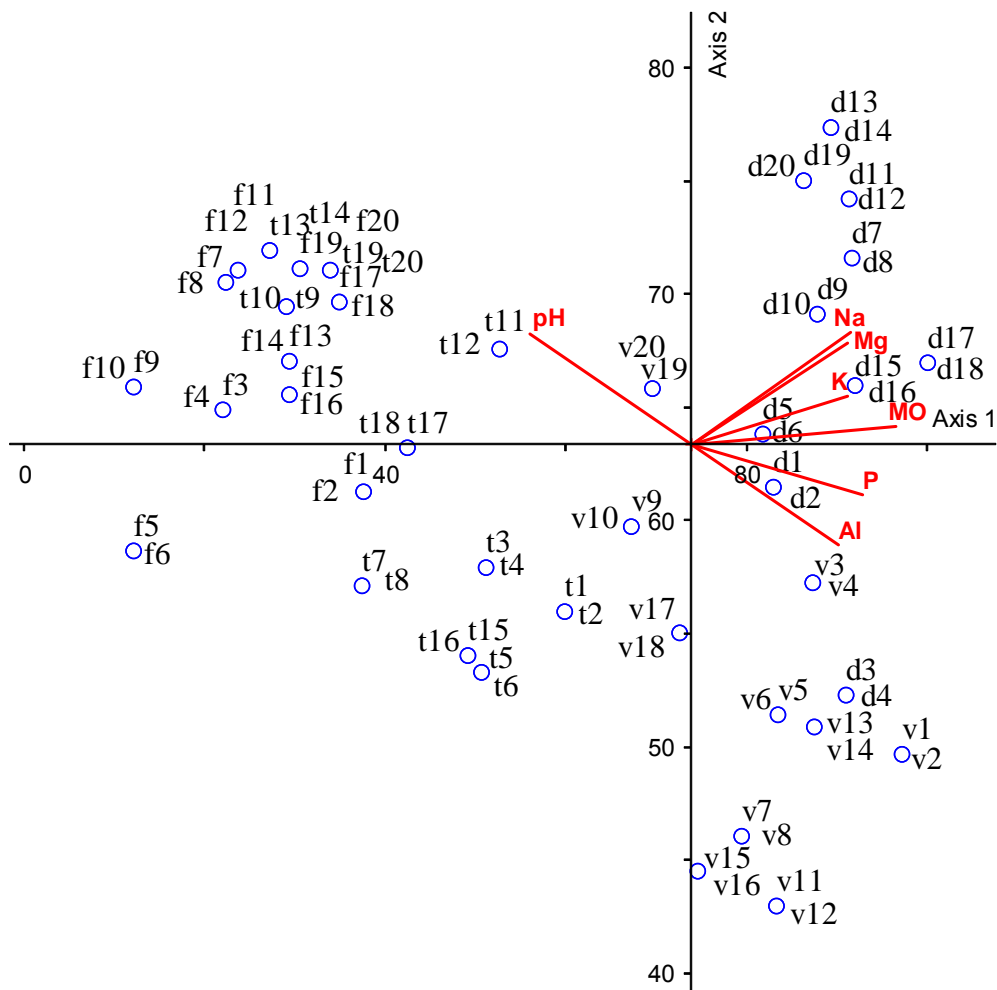


Figura 9 – Análise de correspondência canônica para as parcelas com as características químicas do solo (CCA1). As letras correspondem as florestas analisadas por 80 parcelas, sendo 20 para cada formação. f=Floresta Não Inundável; t=Floresta Não Inundável de Transição; v=Floresta Inundável; d=Floresta Inundada. pH=Acidez em água; Na=Sódio; Mg=Magnésio; K=Potássio; P=Fósforo; Al=Alumínio; MO=Matéria orgânica.



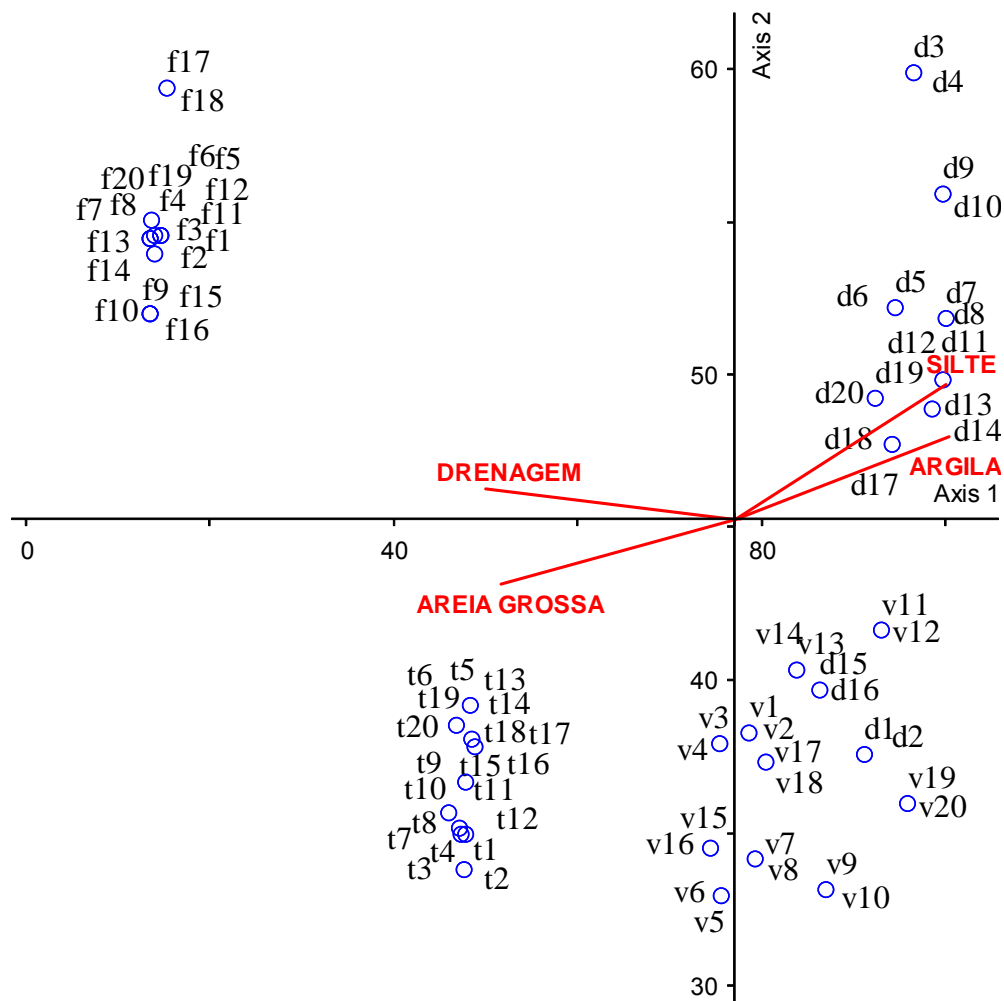


Figura 10 – Análise de correspondência canônica para as parcelas com as características físicas dos solos (CCA2). As letras correspondem as florestas analisadas por 80 parcelas, sendo 20 para cada formação. f=Floresta Não Inundável; t=Floresta Não Inundável de Transição; v=Floresta Inundável; d=Floresta Inundada.

A ordenação de espécies para as duas CCAs sugere que a abundância das espécies corroboram em grande parte com as variações nas classes de solos apresentadas (Figura 11 e 12). Associadas aos solos muito mal drenados, com maiores porcentagens de silte e argila, com maiores teores de sais e matéria orgânica (Organossolos Tiomórficos) estão *Bactris setosa*, *Qualea cryptantha*, *Alchornea triplinervia*, *Calophyllum brasiliense*, *Sapium glandulatum*, *Myrcia racemosa*, *Miconia cinnamomifolia* e *Inga laurina*. *Eugenia sp nov* foi apontada como uma espécie nova para ciência (Marcos E. G. Sobral, comunicação pessoal, novembro de 2008), sendo que na área estudada essa espécie apresentou distribuição restrita a Floresta Inundada, apresentando altos valores de abundância,

sendo por isso apontada como espécie indicadora deste ambiente em Jacarenema. Nos solos mal drenados, extremamente ácidos, com maiores porcentagens de areia fina e com maiores concentrações de fósforo e alumínio (Gleissolos Melânicos), as espécies *Geonoma schottiana*, *Nectandra oppositifolia*, *Symphonia globulifera*, *Alibertia myrciifolia*, *Cyathea phalerata*, *Henriettea saldanhaei*, *Sloanea guianensis*, *Dendropanax selloi* e *Myrcia brasiliensis* foram as características. Para as áreas com drenagem moderada e com características intermediárias na fertilidade dos solos (Espossolos Humilúvicos), estão *Protium heptaphyllum*, *Bactris vulgaris*, *Pouteria caimito*, *Guarea macrophylla*, *Miconia pusilliflora*, *Byrsonima sericea*, *Annona acutiflora*, *Jacaranda puberula*, *Protium icicariba*, *Rhodostemonodaphne capixabensis*, *Nectandra psammophila*, *Guapira opposita*, entre outras. Para as áreas com solos excessivamente drenados, menor acidez no solo, menor fertilidade e maiores porcentagens de areia grossa, as espécies mais abundantes foram *Eugenia rostrata*, *Ocotea lobbii*, *Campomanesia guazumifolia*, *Pouteria coelomatica*, *Psidium cattleianum*, *Zollernia glabra*, *Chamaecrista ensiformis*, *Ocotea notata*, entre outras que compõem o quadrante superior a esquerda da ordenada.

As 64 espécies analisadas pelos CCAs foram também estudadas pelo método de espécies indicadoras de ambientes, sendo que destas, 42 apresentaram preferência significativa por algum dos quatro tipos de solo das florestas estudadas (Tabela 6). Os resultados encontrados para as espécies nesta análise, corroboraram com o encontrado pelos CCAs, demonstrando uma coerência para os resultados encontrados no gradiente estudado.

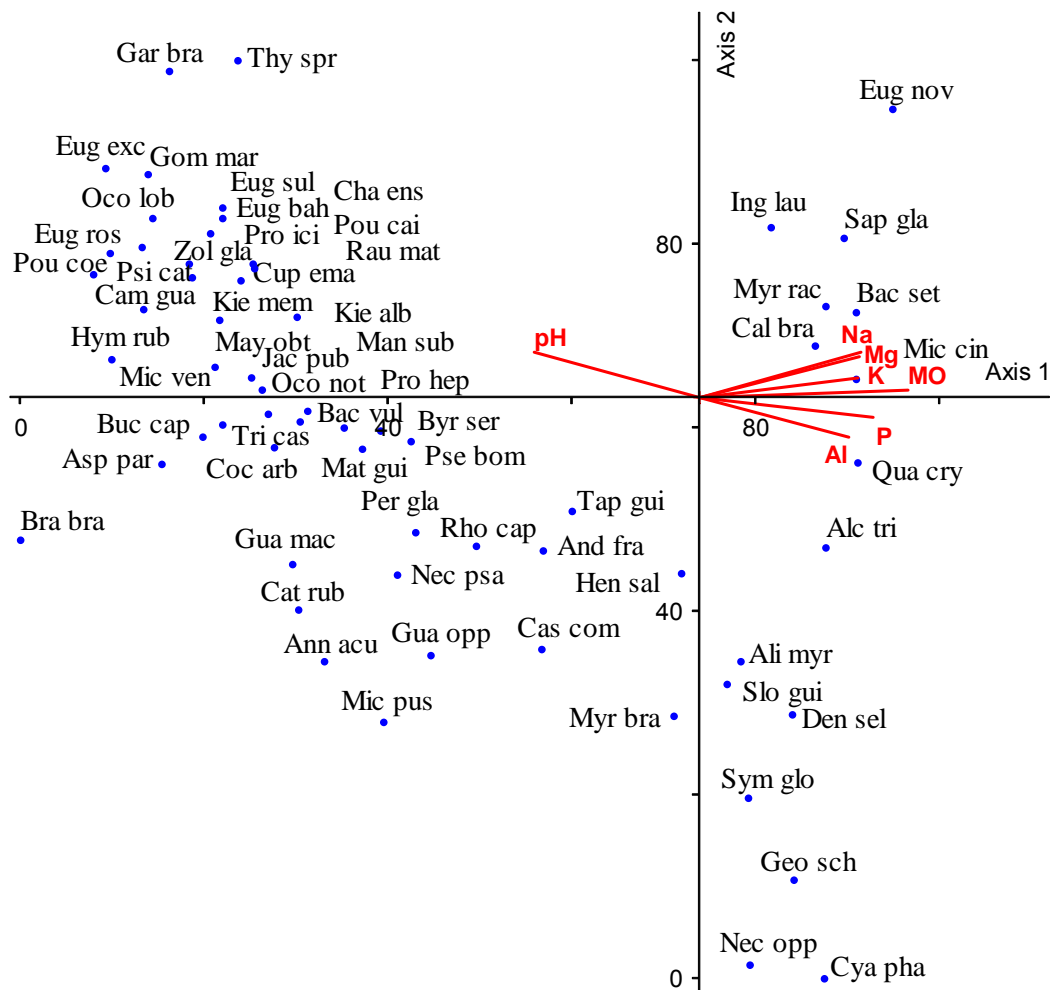


Figura 11 – Análise de correspondência canônica para as espécies com as características químicas do solo (CCA1). Os nomes das espécies estão listadas na tabela 4. pH=Acidez em água; Na=Sódio; Mg=Magnésio; K=Potássio; P=Fósforo; Al=Alumínio; MO=Matéria orgânica.

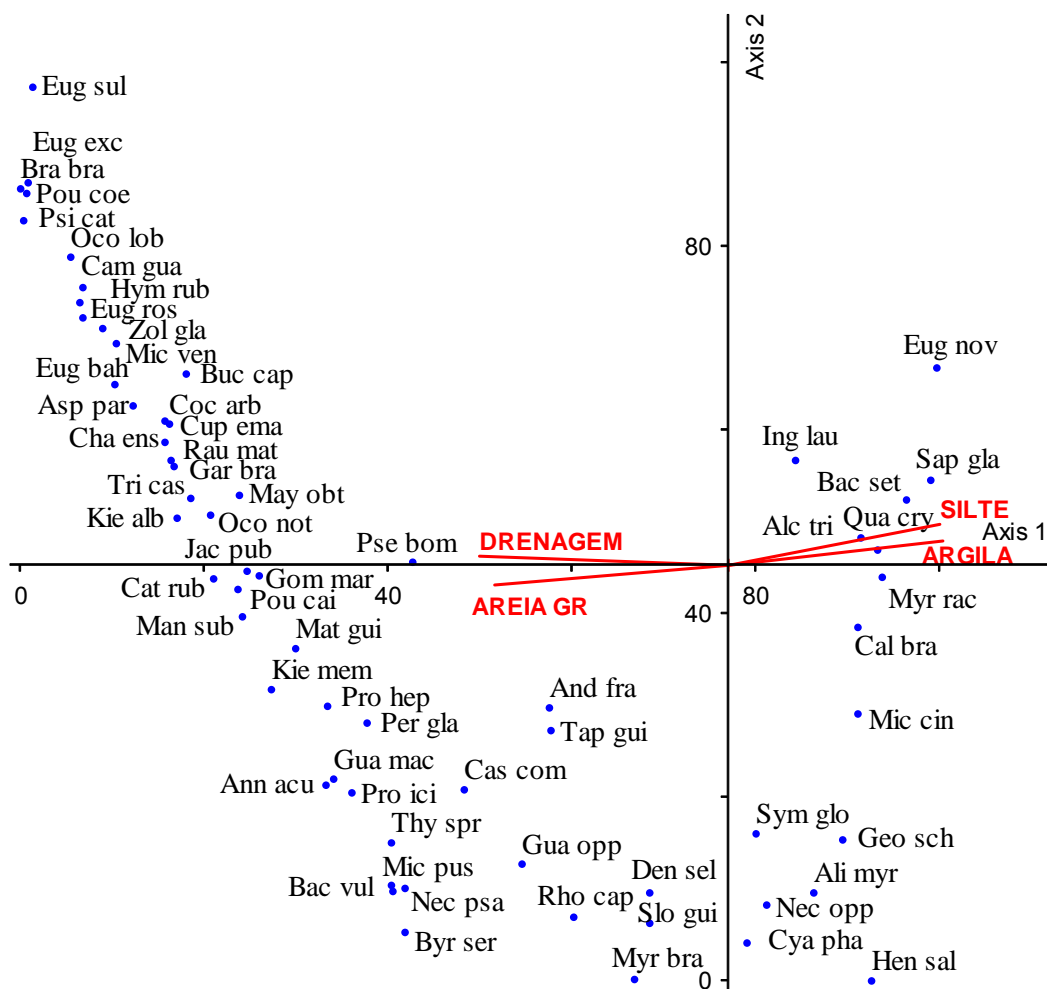


Figura 12 – Análise de correspondência canônica para as espécies com as características físicas do solos (CCA2). Os nomes das espécies estão listadas na tabela 4. A observação da reta convergente referente a Areia Fina não foi possível de ser visualizada neste gráfico devido a posição trimendimensional do eixo três o qual pertence a reta de Areia Fina.

Tabela 6 – Resultados estatisticamente significativos da análise de espécies indicadoras realizada com base nos quatro habitats de solo das florestas estudadas e valor de cobertura das 64 espécies (VIO=valor indicador observado; VIE=valor indicador esperado; s= desvio padrão; P=significância). Abundância relativa de indivíduos em cada habitat de solo (FNI=Floresta Não Inundável (Neossolo Quartzarênico); FNT=Floresta Não Inundável de Transição (Espossolos Humilúvicos); FIV=Floresta Inundável (Gleissolos Melânicos); FIN=Floresta Inundada (Orgânossolos Tiomórficos).

Espécie	VIO	VIE			Abundância (%)			
		Média	s	P	FNI	FNT	FIV	FIN
<b>Organossolo Tiomórfico - FIN</b>								
<i>Bactris setosa</i>	83.3	22.1	4.16	***	0	1	16	83
<i>Qualea cryptantha</i>	45	12.6	4.22	***	0	0	31	69
<i>Alchornea triplinervia</i>	39.4	12.7	3.95	***	3	0	31	66

<i>Eugenia sp nov.</i>	35	7.5	3.54	***	0	0	0	100
<i>Sapium glandulatum</i>	30.4	9.7	4.16	**	0	0	24	76
<i>Calophyllum brasiliense</i>	25.5	8.6	3.52	**	0	9	18	73
<i>Inga laurina</i>	17.9	7.4	3.59	*	14	0	14	71
<b>Gleissolo Melânico - FIV</b>								
<i>Geonoma schottiana</i>	74.5	15.4	4.86	***	0	0	83	17
<i>Nectandra oppositifolia</i>	65	10.4	4.11	***	0	0	100	0
<i>Symphonia globulifera</i>	62.2	15.5	4.68	***	0	13	78	9
<i>Alibertia myrciifolia</i>	36.7	8.6	3.76	***	0	0	92	8
<i>Cyathea phalerata</i>	29	8.6	4.3	**	0	3	97	0
<i>Henriettea saldanhaei</i>	20	6.7	3.76	**	0	0	100	0
<b>Espodossolo Humilúvico - FNT</b>								
<i>Protium heptaphyllum</i>	52.1	21.2	4.36	***	30	58	12	0
<i>Bactris vulgaris</i>	48.4	10.3	4.25	***	3	97	0	0
<i>Pouteria caimito</i>	30.9	13.3	3.98	**	44	56	0	0
<i>Guarea macrophylla</i>	28.4	9.1	3.88	**	19	81	0	0
<i>Miconia pusilliflora</i>	25	6.5	3.37	**	0	100	0	0
<i>Byrsonima sericea</i>	25	6.3	3.46	**	0	100	0	0
<i>Annona acutiflora</i>	24	8.5	3.65	**	20	80	0	0
<i>Jacaranda puberula</i>	21.9	12.9	4.23	*	47	44	9	0
<i>Protium icicariba</i>	21.4	7.1	3.53	**	14	86	0	0
<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i>	19.8	9.7	4.17	*	0	57	43	0
<i>Nectandra psammophila</i>	16	7	3.49	*	10	80	10	0
<b>Neossolo Quartizarênico - FNI</b>								
<i>Eugenia rostrata</i>	67.7	13.1	3.99	***	85	15	0	0
<i>Ocotea lobbii</i>	48.5	10.3	3.87	***	88	12	0	0
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	46.3	10.5	3.83	***	84	16	0	0
<i>Pouteria coelomatica</i>	45	8.8	3.79	***	100	0	0	0
<i>Psidium cattleianum</i>	45	8.5	3.58	***	100	0	0	0
<i>Zollernia glabra</i>	44	10.9	3.72	***	80	20	0	0
<i>Chamaecrista ensiformis</i>	31.9	13.7	4.78	**	64	36	0	0
<i>Ocotea notata</i>	29.8	11.6	3.98	**	54	42	4	0
<i>Rauvolfia mattfeldiana</i>	24.6	9.8	3.74	**	62	38	0	0
<i>Cupania emarginata</i>	22.4	11.1	4.27	*	64	36	0	0
<i>Eugenia excelsa</i>	20	6.1	3.32	**	100	0	0	0
<i>Eugenia sulcata</i>	20	6.3	3.27	**	100	0	0	0
<i>Eugenia bahiensis</i>	18.7	8.8	4.4	*	75	25	0	0
<i>Buchenavia capitata</i>	18.7	7.5	3.47	*	75	12	12	0
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	17.9	7.2	3.25	**	71	29	0	0
<i>Hymenaea rubriflora</i>	17.1	6.5	3.2	*	86	14	0	0
<i>Micropholis venulosa</i>	16.9	7.4	3.69	*	85	8	8	0
<i>Brasilopuntia brasiliensis</i>	15	5.3	3.07	*	100	0	0	0

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

#### 4. DISCUSSÃO

A fertilidade química dos solos estudados aumentou das áreas topograficamente mais altas para as mais baixas, tendo uma relação positiva com o aumento da influência d'água no solo, formando segundo Resende *et al.* (1988) uma catena.

As variações nas características físicas e químicas dos solos superficiais estão relacionadas com os diferentes tipos de drenagem, haja vista que as mudanças mais acentuadas foram encontradas em virtude dos diferentes níveis de inundação que cada floresta está submetida, condição esta já mencionada pela literatura (Jacomine 2004; EMBRAPA 2006). Esta condição pode ainda ser reforçada pelas poucas variações químicas e físicas do solo existentes entre as duas Florestas Não Inundáveis, já que ambas não possuem afloramento do lençol freático, desta maneira, não há agentes suficientes para imprimir mudanças em suas características pedológicas superficiais. No entanto, os teores de fósforo, de alumínio, pH e altura do lençol freático foram significativamente diferentes entre estas formações. Estas formações também pertencem a distintas classes de solos, tendo por isso, diferenças nas características químicas, físicas, disposição dos horizontes e profundidade do solo, sendo que estas diferenças apenas aparecem quando os solos são analisados em profundidade (perfil representativo de solo) (Ver Capítulo 1). A pouca variação encontrada para os solos arenosos superficiais (Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos) também foi reportada para outras florestas arenosas do Espírito Santo (Fabris 1995; Simonelli 1998).

A maior heterogeneidade pedológica observada entre as parcelas alocadas sobre os Organossolos Tiomórficos e Gleissolos Melânicos, provavelmente ocorreu em função de variações micro-topográficas, fazendo com que pequenas áreas sofram menos alagamentos do que outras, mesmo dentro da própria fisionomia. Estas variações micro-topográficas foram reportadas por outros autores em estudos com florestas alagáveis (Ivanauskas *et al.* 1997; Toniato *et al.* 1998; Ivanauskas & Rodrigues 2000).

Myrtaceae, Lauraceae e Fabaceae são citadas entre as principais famílias dos ecossistemas brasileiros (Souza & Lorenzi 2005; Tonhasca-Junior 2005), sendo que a representatividade florística destas famílias nas Restingas é mencionada por diversos autores em diferentes pontos do litoral brasileiro (Oliveira-Filho & Carvalho

1993; Fabris & Cesar 1996; Bastos 1996; Pereira & Assis, 2000; Sztutman & Rodrigues 2002; Pereira & Araujo 2000; Assis *et al.* 2004).

Embora a família Clusiaceae tenha relevante importância para delimitação de algumas fisionomias de Restinga (Henriques *et al.* 1986; Araujo *et al.* 1998; Araujo *et al.* 2004; Pereira 1990), esta geralmente não aparece entre as famílias com maior riqueza de espécies em estudos neste ecossistema (Pereira & Araujo 2000), porém, quando são analisadas as floras específicas de áreas florestais alagadas a representatividade florística desta família aumenta (Menezes-Silva 1990; Sugiyama 1993; Menezes-Silva 1998).

O destaque da família Sapotaceae para o trecho de Floresta Não Inundável de Jacarenema parece ser comum para as florestas sem inundação de Restinga localizadas na região Sul do Espírito Santo (Assis *et al.* 2004). Os autores *loc. cit.* ressaltou ainda, a hipótese de que esta elevada representatividade da família nestas florestas pode estar ligada a influências da flora amazônica na composição florística do Estado, fato este já mencionado por diferentes autores (Prance 1979; Silva & Shepherd 1986; Rizzini 1997).

O caráter ecotonal atribuído a Floresta Não Inundável de Transição, se deu em virtude da ocorrência de espécies características de áreas inundadas e não inundadas. Estas relações florísticas ocorreram em função das características intermediárias de nutrientes no solo e a proximidade do lençol freático, o que provavelmente subsidiou o estabelecimento de espécies características das outras florestas analisadas.

Embora a riqueza de espécies na Floresta Não Inundável de Transição não tenha apresentado valores significativamente diferentes da Floresta Não Inundável, o resultado absoluto encontrado (82 espécies) vai de encontro ao proposto por Ashton (1990) e Tilman (1986), que indicam que ambientes com disponibilidade intermediária de nutrientes apresentam valores de riqueza maior do que aqueles que estão nos extremos de disponibilidade nutricional.

A condição de encharcamento do solo tem sido considerada um fator determinante na seleção de espécies vegetais (Ivanauskas & Rodrigues 2000; Budke *et al.* 2007), sendo confirmada por diversos estudos, que têm mostrado que a riqueza presente em ambientes alagados é muito distinta de terrenos secos (Sugiyama & Mantovani 1994; Toniato *et al.* 1998; Rogmagnolo & Souza 2000; Sztutman & Rodrigues 2002). Diferentes autores também ressaltam acidez e

alumínio como alguns dos principais agentes limitantes para o estabelecimento de espécies vegetais (Lathwell & Grove 1986; Sollins 1998).

Os teores de sódio também se mostraram altos nos ambientes alagados, tornando-os salinizados, o que também acaba sendo limitante para espécies vegetais (Larcher 2000). Face ao exposto, a variação na riqueza de espécies e na heterogeneidade florística encontrada entre as florestas estudadas, reflete significativamente os efeitos da seletividade impressa pelas características extremamente limitantes existentes nas áreas alagadas, quando comparadas com as áreas secas.

A correlação negativa da riqueza com a fertilidade e positiva da riqueza com a drenagem pode atender a hipótese de que, como as Florestas Inundáveis e Inundadas possuem solos com maior fertilidade e com alagamentos, as espécies mais eficientes na absorção dos nutrientes e mais tolerantes as inundações seriam mais competitivas, tendo por isso, maiores valores de abundância, causando uma dominância ecológica na comunidade, diminuindo assim a riqueza. Este tipo de condição se assemelha com o encontrado em florestas monodominantes de *Vochysia divergens* em áreas alagadas do Pantanal brasileiro, onde seus valores estruturais aumentavam de acordo com o efeito da inundação, sendo acompanhado pela diminuição da riqueza de espécies (Arieira & Cunha 2006). Nascimento & Villela (2006) salientam que o aumento na dominância de *Peltogyne gracilipes* tem relação com o incremento de magnésio do solo, além de outros fatores, desta forma, excluindo outras espécies através de competição. Segundo Scarano (2002) esta alta expressividade de poucas espécies pode ser considerada característica de ambientes submetidos a condições ambientais extremas.

Para florestas com influência de inundações, as espécies *Bactris setosa*, *Alchornea triplinervia*, *Calophyllum brasiliense*, *Sapium glandulatum*, *Geonoma schottiana*, *Symphonia globulifera*, *Nectandra oppositifolia*, *Myrcia brasiliensis*, são as mais comuns (Pereira 1990; Araujo *et al.* 1998; Sztutman & Rodrigues 2002; Araujo *et al.* 2004; Dorneles & Waechter 2004; Menezes-Silva & Britez 2005; Menezes & Araujo 2005; Guedes *et al.* 2006; Carvalho *et al.* 2006; Martins *et al.* 2008). Menos frequente, mas também presentes em estudos de florestas alagáveis estão *Sloanea guianensis*, *Alibertia myrciifolia*, *Qualea cryptantha*, *Myrcia racemosa*, *Miconia cinnamomifolia* e *Cyathea phalerata* (Behar & Viegas 1992; Galvão *et al.*



2002; Goldenberg 2004; Guedes *et al.* 2006; Sacramento *et al.* 2007; Martins *et al.* 2008).

As espécies presentes nas duas Florestas Não Inundáveis são mencionadas para este mesmo tipo de ambiente em diferentes estudos (Assis *et al.* 2004; Fabris & Cesar 1996; Araujo *et al.* 2004; Araujo *et al.* 1998; Menezes & Araujo 2005; Assumpção & Nascimento 2000; Pereira & Assis 2000; Menezes-Silva & Brites 2005, entre outros). Porém algumas espécies que ocorreram na Floresta Não Inundável de transição como *Calophyllum brasiliense*, *Alchornea triplinervia*, *Nectandra oppositifolia* e *Guarea macrophylla* estão entre as mais frequentes em estudos florísticos e fitossociológicos de florestas ciliares do Brasil extra amazônico (Rodrigues & Nave 2004).

A distribuição das espécies indicadas nas análises de CCA e Espécies Indicadoras corroboraram com o proposto pela literatura. Desta forma, é possível inferir que tais espécies são indicadoras das condições edáficas (tipos de solos e diferentes influências do lençol freático) impostas por cada tipo de comunidade analisada.

Os resultados encontrados nas florestas estudadas na Restinga de Jacarenema corroboram com o proposto para as florestas ribeirinhas, que são marcadas por uma elevada riqueza florística (Rodrigues & Nave 2004), acompanhada por um gradiente significativo de mudanças pedológicas e de drenagem do solo (Jacomine 2004).

Pôde-se constatar que no presente estudo, as variações na composição florística, riqueza e abundância das espécies que compõem os diferentes tipos florestais estudados em Jacarenema, formam em conjunto com as variações pedológicas e das diferentes influências de inundações, um diversificado mosaico vegetacional e ambiental, onde ambos parecem responder as variações uns dos outros, gerando uma complexa heterogeneidade biótica e abiótica características de florestas ribeirinhas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II (*Angiosperm Phylogeny Group*). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141: 399-436.

- Araujo, D. S. D.; Pereira, M. C. A.; Pimentel, M. C. 2004. Pp. 59-76. Flora e estrutura de comunidades no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a formação aberta de *Clusia*. In: Rocha, C. F. D.; Scarano, F. R. (Org.). **Ecologia, História Natural e Conservação do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba**. RiMa, São Carlos, São Paulo.
- Araujo, D. S. D.; Scarano, F. R.; Sá, C. F.; Kurtz, B. C.; Zaluar, H. L. T.; Montezuma, R. C. M. & Oliveira, R. C. 1998. Comunidades Vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Pp. 39-62. In: Esteves, F. A. (Ed.) **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé, RJ**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Arieira, J. & Cunha, C. N. 2006. Fitossociologia de uma floresta inundável monodominante de *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), no Pantanal Norte, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(3): 569-580.
- Ashton, P.S. 1990. Species richness in tropical forests. Pp. 239-251. In: Holm-Nielsen, L. B.; Nielsen, I. C. & Balslev, H. (eds.). **Tropical forests - botanical dynamics, speciation and diversity**. Academic Press, London.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18(1): 191-201.
- Assumpção, J. & Nascimento, M.T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/IQUIPARI, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 14:301-315.
- Bastos, M.N.C. 1996. **Caracterização das formações vegetais da Restinga da Princesa, Ilha do Algodão - Pará**. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém.
- Behar, L. & Viégas, G.M.F. 1992. Pteridophyta da restinga do Parque Estadual de Setiba, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)** 1: 39-59.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa.

- Budke, J. C.; Jarenkow, J. A. & Oliveira-Filho, A. T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant ecology** **189**: 187-200.
- Carvalho, D. A.; Oliveira Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Curi, N.; Van Den Berg, E.; Fontes, M. A. & Botezelli, L. 2005. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(2): 329-345.
- Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T.; Braga, J. M. A. & Rodrigues, P. J. F. P. 2006. Estrutura Da Comunidade Arbórea Da Floresta Atlântica De Baixada Periodicamente Inundada Na Reserva Biológica De Poço Das Antas, Rio De Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** **57**(3): 503-518.
- Clark, D. B.; Palmer, M. W. & Clark, D. A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology** **80**(8): 2662–2675.
- Dorneles, L. P. P. & Waechter, J. L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **17** (4): 815-824.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs** **67**:345-366.
- EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro.
- 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. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Ferreira- Junior, W. G.; Silva A. F.; Schaefer C. E. G. R.; Meira Neto, J. A. A.; Dias, A. S.; Ignácio, M. & Medeiros, M. C. M. P. 2007. Influence of soils and topographic gradients on tree species distribution in a Brazilian Atlantic Tropical Semideciduous Forest. **Edinburgh Journal of Botany** **64** (2): 137–157.

- Galvão, F.; Roderjan, C. V.; Kuniyoshi, Y. S.; Ziller, S. R. 2002. Composição florística e fitossociologia de caxetais do litoral do Estado do Paraná - Brasil. **Floresta** **32**(1): 19-42
- Goldenberg, R. 2004. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18**(4): 927-947.
- Guedes, D.; Barbosa, L. M.; Martins, S. E. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **20**(2): 299-311.
- Henriques, R. P. B.; Araujo, D.S.B. & Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** **9** (1): 173-189.
- IPEMA (Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica) 2005. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: cobertura florestal e unidades de conservação**. Programa Centros para Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil. IPEMA, Vitória, Espírito Santo.
- Ivanauskas, N. M. & Rodrigues, R. R. 2000. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23**(3): 291-304.
- Ivanauskas, N. M.; Rodrigues, R. R. & Nave, A. G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de Floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica** **20**(2): 139-153.
- Jacomine, P. K. T. 2004. Solos sob matas ciliares. Pp. 27-32. In: Rodrigues, R. R.; Leitão-Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP/FAPESP, São Paulo.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 531p.
- Lathwell, D. J & Grove, T. L. 1986. Soil-Plant Relationships in the Tropics. **Annual Review of Ecology and Systematics** **17**: 1-16.
- Machado, E. L. M.; Oliveira-Filho, A. T.; Van Den Berg, E.; Carvalho, W. A.C.; Souza, J. S.; Marques, J. J. G. S. M. & Calegário, N. 2008. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira Botânica** **31**(2): 287-302.

- Magnago, L. F. S.; Pereira, O. J.; Matos, F. A. R. & Souza, P. F. 2007. Caracterização Fitofisionômica da Restinga na Morada do Sol, Vila Velha/ES. **Revista Brasileira de Biociências 51 (supl. 1): 456-458.**
- Magurran, A. E. 2004. **Measuring biological diversity.** Blackwell Science Ltd. USA.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L. & Flexor, J-M. 1997. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.** CPRM/FAPESP, Belo Horizonte.
- Martins, S. E.; Rossi, L.; Sampaio, P. S. P. & Magenta, M. A. G. 2008. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertiooga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica 22(1): 249-274.**
- Mccune, B. & Mefford, M.J. 1999. **Multivariate analysis of ecological data.** MjM Software, Gleneden Beach.
- Menezes, L. F. T. & Araujo, D. S. D. 2005. Pp. 67-120. Formações vegetacionais da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro. In: Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L. & Araújo, D. S. D. (orgs.). **História natural da Marambaia.** EDUR, Rio de Janeiro.
- Menezes-Silva, S. 1990. **Composição florística e fitossociologia de um trecho de floresta de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá, PR.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Menezes-Silva, S. 1998. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology.** J. Wiley & Sons, New York.
- Nascimento, M. T. & Villela, D. M. 2006. Diversidade arbórea em florestas tropicais úmidas e o paradigma da monodominância. Pp: 373-377. In: Mariath, J. E. A. & Santos, R. P. (orgs.). **Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética: conferências plenárias e simpósios do 57º Congresso de Botânica.** Sociedade brasileira de botânica, Porto Alegre.
- Oliveira-Filho, A. T. & Carvalho, D. A. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica 16(1): 115-130.**

- Oliveira-Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Carvalho, D. A. Gavilanes, M. L. 1994, Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine Forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **10**: 483-508.
- Pereira, O. J. & Araujo, D. S. D. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Pp. 25-63. In: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. NUPEM/UFRJ, Macaé.
- Pereira, O. J. & Assis, A. M. 2000. Florística da restinga de Camburi. **Acta Botanica Brasílica** **14**(1): 99-111.
- Pereira, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba - Guarapari, ES. Pp. 207-219. In: **Anais do II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo**. v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. Pp. 177-179. In: Jardim, M. G.; Bastos, M. N. C.; Santos, J. U. M. (Orgs.). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal**. Sociedade brasileira de botânica, Belém, Pará.
- Prance, G. T. 1979. The taxonomy and phytogeography of the Chrysobalanaceae of the Atlantic coastal forest of Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **2**: 19-39.
- Reis, R. C. C. 2006. Palmeiras (Arecaceae) das Restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **20**(3): 501-512.
- Resende, M.; CURI, N. & Santana, D. P. 1988. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações**. Ministério da Agricultura, Brasília, e Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural Edições LTDA, Rio de Janeiro.
- Rocha, C. T. V.; Carvalho, D. A.; Fontes, M. A. L.; Oliveira Filho, A. T.; Van Den Berg, E. & J. J. Marques, G. S. M. 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28**(2): 203-218.
- Rodrigues, R. R. & Nave, A. A. 2004. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. Pp. 45-71. In: R. R. Rodrigues & H. F. Leitão-Filho (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2ª edição. EDUSP/FAPESP, São Paulo.

- Romagnolo, M. B.; Souza, M. C. 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. **Acta Botanica Brasílica** 14(2): 163-174.
- Sacramento, A. C.; Zickel, C. S. & Almeida-Junior, E. B. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de Restinga no litoral de Pernambuco. **Revista Árvore** 31(6): 1121-1130.
- Scarano, F. R. 2002. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** 90: 517-524.
- Silva, A. F. & Shepherd, G. J. 1986. Comparações florísticas entre algumas matas brasileiras utilizando análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Botânica** 5: 43-52.
- Menezes-Silva, S. M. & Britez, R. M. 2005. A Vegetação da Planície Costeira. Pp. 49-84. In: Márcia C. M. Marques; Ricardo Miranda Britez. (Org.). **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Editora UFPR, Curitiba.
- Simonelli, M. 1998. **Florística e Fitossociologia da vegetação arbórea de Muçununga, Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- Sneath, P.H.; Sokal, R. R. 1973. **Numerical taxonomy**. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? **Ecology** 79(1): 23-30.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Sugiyama, M. & Mantovani, W. 1994. Fitossociologia de um trecho de mata de restinga na Ilha do Cardoso, SP. Pp: 49-57. In: **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira - subsídios a um gerenciamento costeiro**. v. 2, ACIESP, São Paulo.
- Sugiyama, M. 1993. **Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do

- Encantado, Pariquera - Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 25(2): 61-176.
- ter Braak, C. J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis. **Vegetatio** 69: 69-77.
- ter Braak, C. J. F. & Prentice, C. 1988. A theory of gradient analysis. **Advance in ecological research: classic papers** 18: 271-317.
- ter Braak, C. J. F. 1988. **CANOCO – A FORTRAN program for canonical community ordination by (Partial) (Detrended) (Canonical) correspondence analysis and redundancy analysis, version 2.1 Technical report LWA-88-2, TNO**. Institute of Applied Computer Science, Wageningen.
- ter Braak, C.J.F. 1994. Canonical community ordination. Part I: basic theory and linear methods. **Écoscience** 1(2): 127-140.
- ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination. Pp.91-173. In: **Data analysis in community and landscape ecology**. Jongman R. H. G; ter Braak, C. J. F. & van Tongeren, O. F. R. (eds.). University Press Cambridge, Cambridge.
- Tilman, D. 1986. Evolution and differentiation in terrestrial plant communities: the importance of the soil resource: light gradient. Pp.359-380. In: **Community ecology**. Diamond, J. & Case T. J. (eds.). Harper and Row, New York,
- Tonhasca-Junior, A. 2005. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Toniato, M. T. Z.; Leitão-Filho, H. F. & Rodrigues, R. R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 21(2): 197-210.



## V. CAPÍTULO III

### **DIVERSIDADE E ESTRUTURA EM UM GRADIENTE DE SOLOS E INUNDAÇÃO EM FLORESTAS RIBEIRINHAS DE RESTINGA, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO**

**RESUMO** – (Diversidade e estrutura em um gradiente de solos e inundações em florestas ribeirinhas de Restinga, Vila Velha, Espírito Santo). Este estudo teve como objetivo relacionar as variações na estrutura e diversidade de espécies com as variáveis edáficas (solos e inundações), em um gradiente de fisionomias florestais sobre diferentes tipos de influências do lençol freático. A área de estudo localiza-se na margem esquerda do Rio Jucu, na Restinga do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. A análise fitossociológica das espécies arbustivo/arbóreas foi realizada através de 80 parcelas de 5x25 m, distribuídas equitativamente entre as florestas estudadas (Floresta Não Inundável e Não Inundável de Transição e Floresta Inundável e Inundada), totalizando 1,0 ha de amostragem. Foram incluídos os indivíduos com circunferência a altura do peito  $\geq 10$  cm a 1,30 m do solo. Amostras de solo superficial (0-10 cm) foram coletadas em cada parcela para análise química e física. Esta análise evidenciou a existência um gradiente pedológico, apresentando também diferentes influências do lençol freático em cada floresta analisada. Foram amostrados 3.804 indivíduos. Foram encontradas diferenças significativas com relação aos valores de área basal, densidade e altura dos indivíduos entre as formações florestais. O aumento dos valores de diversidade se deu de forma gradativa, seguindo o gradiente da Floresta Inundada para a Floresta Não Inundável. As variações estruturais e diversidade das quatro comunidades florestais estão relacionadas principalmente com a inundações, além das características químicas e físicas do solo. Estes resultados demonstrando que os atributos edáficos exercem significativa pressão na seleção de espécies e nas características estruturais das florestas.

Palavras-chave: Variações edáficas, inundações, seleção de espécies, gradiente, estrutura.

**ABSTRACT** – (Diversity and structure in a gradient of soil and flooding in riparian forests of Restinga, Vila Velha, Espírito Santo). This study aimed to relate changes in structure and species diversity with the soil variables (soil and flood) in a gradient of forest physiognomic influences on different types of groundwater. The study area is located on the left bank of the River Jucu in Restinga in Natural Park Municipal of Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. A phytosociological analysis of species shrub/tree was performed using 80 plots of 5x25 m, distributed equally between the forests studied (not flood forest, not flood of transition forest, flood forest and flooded forest), totaling 1.0 ha sampling. We included individuals with circumference at breast height  $\geq 10$  cm at 1.30 m above the ground. Samples of topsoil (0-10 cm) were collected in each plot for chemical analysis and physical. This analysis revealed the existence a pedological gradient, and also different influences of the flooding in each forest examined. We sampled 3804 individuals. Significant differences were found with respect to the values of basal area, density and height of individuals between forest formations. The increase in diversity was so gradual, following the slope of the flooded forest to the Forest not flooded. The structural variations and diversity of four forest communities are related mainly to the flood, besides the physical and chemical characteristics of soil. These results show that the edaphic attributes exert significant pressure on the selection of species and structural characteristics of forests.

Key words: Edaphic variations, floods, species selection, gradient, structure.

## 1. INTRODUÇÃO

As planícies costeiras arenosas existentes ao longo da costa brasileira, associadas a seus tipos vegetacionais, representam um ecossistema diversificado em sua composição florística, fitofisionômica e estrutura (Assis *et al.* 2004<sup>a</sup>), bem como, na riqueza de feições geomorfológicas (Souza *et al.* 2008), formando verdadeiros mosaicos ambientais. Desta forma, a distribuição das formações vegetacionais ocorre em função de diferentes fatores, tais como a presença de lagos, desnível topográfico, distância do mar e formação geológica (Magnago *et al.* 2007<sup>a</sup>).

Aliado a diversificação ambiental já existente no ecossistema Restinga, os trechos florestais estudados são adjacentes ao Rio Jucu, sendo por isso classificados conforme Rodrigues (2004) como florestas ribeirinhas. Estas florestas são conhecidas por apresentarem uma elevada complexidade de interações físicas e biológicas, ocorrendo com diferentes intensidades no tempo e no espaço, formando ambientes altamente heterogêneos quanto a sua diversidade florística e fisionômica (Rodrigues & Nave 2004).

Mesmo apresentando um alto valor ecológico, as Restingas do Estado do Espírito Santo vêm sofrendo com a pressão antrópica. Segundo Pereira (2007) os impactos sobre as Restingas deverão ser ampliados em função do desenvolvimento deste Estado, principalmente pelo aumento de áreas de cultivo, implantação de novos empreendimentos imobiliários e industriais nos balneários, sendo que alguns trechos visados serão Guarapari e Vila Velha. Situação semelhante também é mencionada para as Florestas Ribeirinhas do Espírito Santo (Magnago *et al.* 2007<sup>b</sup>).

As diferentes fitofisionomias existentes nas Restingas do Espírito Santo foram analisadas fitossociologicamente por diferentes autores (Pereira 1990; Fabris & Pereira 1990; Thomaz 1991; Pereira *et al.* 1992; Fabris 1995; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>; Pereira *et al.* 2004; Pereira & Assis 2004; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>), entretanto, apenas Fabris (1995) e Assis *et al.* (2004<sup>b</sup>) estudaram formações florestais sem inundações, contudo nenhum destes contemplaram ambientes ribeirinhos, assim como, nem apresentaram relações diretas das variáveis abióticas com a vegetação na delimitação de gradientes estruturais.

O presente estudo teve como objetivo relacionar as variações na estrutura e diversidade de espécies com as variáveis ambientais (solos e inundações), em um

gradiente de fisionomias florestais sobre diferentes tipos de influências do lençol freático, na Restinga do Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ), Vila Velha, Espírito Santo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2. 1. Área de estudo**

A área de estudo está localizada no distrito da Barra do Jucu, município de Vila Velha, Estado do Espírito Santo. O Parque Natural Municipal de Jacarenema possui uma área de 307 hectares (IPEMA 2005), e está localizado no entorno das coordenadas 20°26'25''S e 40°18'45''W. (Figura 1).

Segundo dados do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural) obtidos na estação meteorológica do INMET/Vitória-ES no ano de 2008, localizada a aproximadamente 20 km da área de estudo, o clima da região é classificado, segundo Köppen, como tipo Aw tropical, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos.

Os trechos florestais estudados apresentam-se de forma contínua, situados na margem esquerda do Rio Jucu e localizados em um gradiente de intercordão (onde está localizado o Rio Jucu) para o cordão arenoso mais interno ao continente. Esta condição imprime diferentes níveis de influência do lençol freático nas formações analisadas e variações pedológicas (Tabela 1). As terminologias para classificação fitofisionômica foram feitas com base em Pereira (2003), sendo Floresta Não Inundável, Floresta Não Inundável de Transição, Floresta Inundável e Florestal Inundada (Figura 2).



Figura 1 – Localização do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. Em detalhe a localização das áreas florestais estudadas.

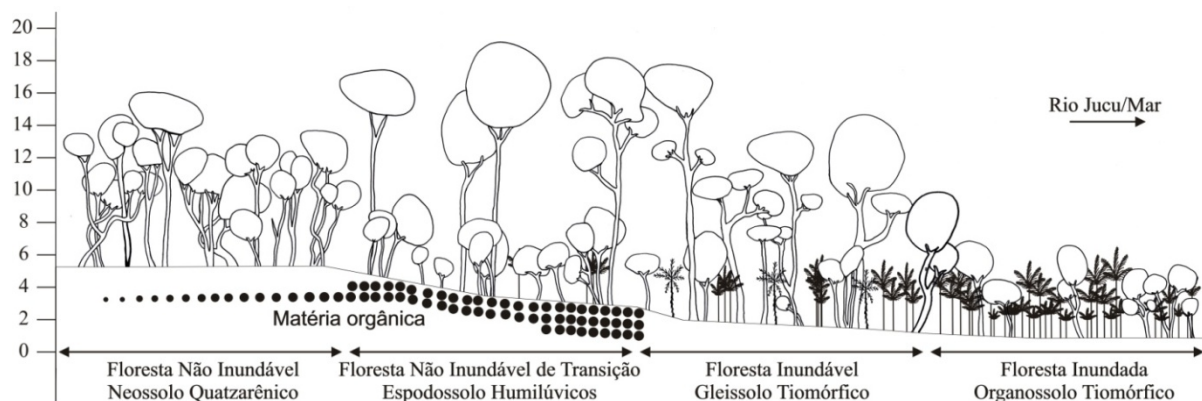


Figura 2 – Perfil esquemático em posição perpendicular a margem do Rio Jucu, e suas relações pedológicas existentes nas fisionomias florestais no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila velha, ES.

Tabela 1 – Classes de solos e flutuação do lençol freático nas quatro formações florestais do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável. Fonte: Primeiro Capítulo.

Fitofisionomia	Classes de drenagem do solo	Flutuação do lençol freático (m)		
		Max	Min	Média anual
FIN	Muito mal drenado	0,6	-0,05	0,25
FIV	Mal drenados	0,15	-0,3	-0,0625
FNT	Modernamente a imperfeitamente drenado	-0,9	-1,6	-1,2375
FNI	Excessivamente drenados	-3,7	-5	-4,225

## 2. 2. Coleta de solos

As amostras de solos foram coletadas para análise química e física em cada parcela, sendo retiradas três amostras simples de solo superficial (0-10cm) em cada unidade amostral, totalizando 240 amostras, sendo estas posteriormente combinadas (homogeneizadas) a cada duas parcelas, tendo um total de 40 amostras de solo para análise.

As amostras foram secas ao ar, sendo que naquelas em que houve necessidade foi feito destorroamento e posteriormente foram peneiradas com malha de 0,02 mm de diâmetro. As análises foram feitas no laboratório do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. O solo de cada fisionomia e suas respectivas classes de drenagem foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA 2006).

### 2. 3. Estrutura e diversidade das comunidades arbustivo/ arbóreas

A análise quantitativa das espécies arbustivo/arbóreas foi realizada através de 80 parcelas de 5x25 m (125 m<sup>2</sup>) com 2 m de intervalo entre cada parcela (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974), totalizando 1,0 ha de amostragem. As parcelas foram divididas equitativamente entre as quatro fisionomias florestais, dispostas em cada fisionomia paralelamente a margem ao Rio Jucu, tendo espaçamento mínimo de 2 m entre si. Procurou-se representar as áreas core de cada floresta, por isso, não foram estabelecidas distâncias para alocação das parcelas entre as fitocenoses. Foram incluídos na amostragem, apenas os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP)  $\geq 10$  cm a 1,30 m do solo, onde foram amostradas tanto as árvores vivas quanto as mortas em pé, porém estas foram analisadas separadamente.

As palmeiras *Bactris setosa* e *Bactris vulgaris* possuem crescimento cespitoso, formando touceiras, onde a primeira ocorre nas áreas alagadas em grandes adensamentos (Reis 2006), tornando a separação de seus indivíduos complicada e incerta. Assim, para este estudo foi considerado cada estipe como um indivíduo.

Para delimitação dos estratos florestais existentes em cada formação, os indivíduos amostrados foram classificados com base em Souza (1990), onde os estratos foram separados da seguinte forma: estrato inferior =  $h_1 < (\bar{h} - s)$ ; estrato médio =  $(\bar{h} - s) \leq h_1 < (\bar{h} + s)$  e estrato superior =  $h_1 \geq (\bar{h} + s)$ , onde:  $\bar{h}$  = média das alturas totais ( $h_1$ ) dos indivíduos amostrados e  $s$  = desvio-padrão das alturas totais ( $h_1$ ) dos indivíduos amostrados. Para melhor entendimento das fitofisionomias, foi feito uma análise de distribuição diamétrica.

Os parâmetros fitossociológicos analisados foram freqüência, densidade e dominância absolutas, bem como seus respectivos valores relativos, sendo também calculados área basal, valor de cobertura e valor de importância (Brower & Zar 1984).

O índice de diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J') foram calculados conforme Brower & Zar (1984). As análises fitossociológicas foram realizadas no programa Fitopac 1 (Shepherd 1994).

O material botânico foi determinado a partir de consultas ao Herbário CVRD da Vale do Rio Doce, Herbário VIES da Universidade Federal do Espírito Santo e Herbário MBML do Museu de Biologia Mello Leitão, consultas a literatura específica e envio a especialistas. O material encontrado em estágio fértil foi depositado na coleção do Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, com envio de duplicatas para o Herbário VIES. As espécies foram agrupadas em suas respectivas famílias de acordo com *Angiosperm Phylogeny Group II* (APG II 2003).

## **2. 4. Comparação das variáveis químicas e estruturais no gradiente**

As variações pedológicas existentes entre as classes de solos sob as florestas estudadas foram analisadas com auxílio de um teste de variância (ANOVA), sendo posteriormente empregado o teste de *Tukey* para localizar entre quais áreas as diferenças foram significativas. Este mesmo procedimento foi utilizado para verificar as variações nos valores de dominância absoluta, densidade total, área basal e altura das formações analisadas. Para estes testes foram utilizados os valores médios dos parâmetros de cada parcela.

O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar as possíveis relações entre as variações estruturais com as características pedológicas e de drenagem do solo. Os indivíduos pertencentes ao estrato inferior não foram utilizados na análise de altura, a fim de evitar subestimar os resultados sobre o desenvolvimento do estrato superior das florestas. As variáveis utilizadas para os testes de correlação foram pH em H<sub>2</sub>O, Fósforo (P), Cálcio (Ca), Alumínio (Al), Sódio (Na), Magnésio (Mg), Potássio (K), Matéria Orgânica (MO). As variáveis físicas utilizadas foram Areia Grossa, Areia Fina, Silte e Argila.

Para verificar as diferenças entre os índices de diversidade de Shannon (H') encontrados para cada formação florestal estudada no gradiente, foi empregado o teste T modificado (Magurran 1988).

## **3. RESULTADOS**

### **3. 1. Gradiente pedológico**

As variáveis químicas e físicas do solo denotaram um gradiente de fertilidade e de características físicas (Tabela 2). As classes de drenagem variaram



significativamente ( $P < 0,001$ ) entre todas as formações, reforçando as fortes características ecológicas impressas pela ação da inundação causada pelas elevações do lençol freático advindas do Rio Jucu. As maiores variações nas características pedológicas foram observadas entre as duas florestas com ocorrência de alagamento em comparação com as demais. A proximidade do lençol freático com a superfície nos Espodossolos Humilúvicos (Floresta Não Inundável de Transição) não foi suficiente para imprimir grandes variações pedológicas em comparação com os Neossolos Quartzarênicos (Floresta Não Inundável).

As classes de solos de Gleissolos Melânicos (Floresta Inundável) e Organossolos Tiomórficos (Floresta Inundada) apresentaram-se com maior acidez, maiores teores de alumínio, matéria orgânica, sódio, potássio, magnésio, Silte e Argila. Estas condições agregam maior fertilidade a estas formações em relação às florestas sem inundação.

Os Gleissolos Melânicos e Organossolos Tiomórficos apresentaram maiores teores de nutrientes, e maiores porcentagens de Silte e Argila sendo por isso, ainda menos lixiviáveis. Apesar disso, estes são mais limitantes ao desenvolvimento de espécies vegetais, por serem mais tóxicos devido a maiores concentrações de Al, extremamente ácidos, salinizados e apresentarem drenagem deficiente, onde o lençol permanece aflorado ou próximo da superfície todo o ano.

Tabela 2 – Variáveis químicas e físicas superficiais do solo (0-10) nas quatro formações florestais analisadas no PNMJ, Vila Velha/ES. Os dados estão representados pelas médias entre 20 parcelas.  $p$ =representa o nível de significância entre duas fisionomias através do teste de Tukey;  $P$ = representa o nível de significância entre as fisionomias através da ANOVA. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável. Nas linhas, as letras comparam as médias entre as variáveis pedológicas analisadas para as formações pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Variáveis do solo	FNI	$p$	FNT	$p$	FIV	$p$	FIN	$P$
pH em H <sub>2</sub> O	4,73 ± 0,23a	***	4,35 ± 0,26b	***	3,78 ± 0,12c	***	4,06 ± 0,24d	**
P (mg/dm <sup>3</sup> )	2,45 ± 0,57a	***	5,11 ± 2,07b	***	9,44 ± 3,09c	ns	9,37 ± 2,40c	**
K (mg/dm <sup>3</sup> )	16,00 ± 5,88a	ns	22,70 ± 6,24a	***	55,80 ± 16,17b	**	74,30 ± 32,56c	***
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	6,89 ± 5,42a	ns	8,69 ± 4,68a	**	60,90 ± 12,76b	***	209,99 ± 81,8c	**
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,38 ± 0,57a	ns	1,13 ± 0,36a	ns	1,26 ± 0,51a	***	2,59 ± 0,85c	***
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,34 ± 0,09a	ns	0,52 ± 0,23a	*	0,96 ± 0,46b	***	2,72 ± 0,85c	***
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,19 ± 0,17a	*	0,87 ± 0,64b	***	3,00 ± 1,00c	***	1,91 ± 0,77d	***
MO (dag/Kg-1)	2,39 ± 0,52a	ns	5,07 ± 2,81a	***	35,07 ± 12,12b	***	48,31 ± 8,01c	***
Areia grossa (%)	90,00 ± 1,03a	ns	88,00 ± 2,34a	***	42,50 ± 13,68b	***	24,20 ± 15,59c	**
Areia fina (5)	4,90 ± 0,72a	ns	5,10 ± 1,17a	***	17,20 ± 12,75b	**	5,50 ± 4,52a	**

continuação

Silte (%)	1,00 ± 0,79a	ns	0,60 ± 0,68a	***	6,90 ± 2,17b	***	16,70 ± 3,92c	***
Argila (%)	4,10 ± 1,07a	ns	6,30 ± 2,60a	***	33,40 ± 9,01b	***	53,60 ± 15,67c	***

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ; ns=não significativo.

### 3. 2. Variações na estrutura das comunidades arbustivo-arbóreas

Cada formação florestal apresentou três estratos distintos, sendo que a Floresta Não Inundável de Transição e a Floresta Inundável apresentaram os maiores valores de altura do estrato superior, enquanto que a Floresta Inundada apresentou a menor altura (Tabela 3). Esta análise evidenciou que todas as florestas apresentam um estrato médio bem representativo em número de indivíduos. A distribuição das espécies nos estratos florestais está representada nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 3 – Estratificação dos indivíduos amostrados nas quatro formações florestais estudadas no PNMJ, Vila Velha/ES. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; Floresta Inundada.

Estratos	FNI		FNT		FIV		FIN	
	Alt.	NI	Alt.	NI	Alt.	NI	Alt.	NI
Estrato inferior	3.9<	57	<3.2	61	<2.5	69	<2.0	395
Estrato médio	≤6<	228	≤6.4<	351	≤6.1<	633	≤3.1<	1380
Estrato superior	≥8.1	188	≥9.6	113	≥9.7	130	≥4.2	199

As quatro formações florestais estudadas apresentaram diferenças significativas na altura média dos indivíduos presentes no estrato médio e superior (ANOVA:  $P < 0,001$ ), porém, o teste de *Tukey* evidenciou que apenas a Floresta Não Inundável de Transição não apresentou diferenças significativas em relação a Floresta Inundável.

A Floresta Inundável foi a que apresentou maior área basal ( $43,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), seguida pela Floresta Não Inundável de Transição ( $36,23 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), Floresta Não Inundável ( $28,81 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) e Floresta Inundada ( $20,52 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), sendo estas estatisticamente diferentes pela análise de variância ( $P < 0,001$ ). O teste de *Tukey* evidenciou diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) entre a Floresta Não Inundável e a Floresta Inundável, e esta última com a Floresta Inundada. Também foram registrados valores significativos ( $P < 0,001$ ) entre a Floresta Inundável e a Floresta Não Inundável de Transição.

Foi amostrado um total de 3804 indivíduos, sendo que a Floresta Inundada apresentou o maior valor (1974), seguida pela Floresta Inundável (832), Floresta Não Inundável de Transição (525) e Floresta Não Inundável (473). A análise de variância evidenciou diferenças significativas entre a densidade das florestas ( $P < 0,001$ ), no entanto, o teste de Tukey mostrou que a Floresta Não Inundável em comparação com a Floresta Não Inundável de Transição não apresentaram diferenças significativas, as demais apresentaram valores de significância entre  $P < 0,05$  e  $P < 0,001$  indicando fortes diferenças neste parâmetro entre as florestas.

As distribuições diamétricas dos indivíduos amostrados nas quatro florestas estudadas tendem ao padrão de J-invertido, onde a maior parte dos indivíduos está concentrada nas menores classes de diâmetro, sendo que a primeira classe (3,2 - 5 cm) apresentou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) na média dos indivíduos entre as florestas estudadas (Figura 3). A elevada concentração de indivíduos na primeira classe de diâmetro nas florestas com alagamento foi devido à alta densidade de *Bactris setosa* presente no estrato inferior e médio destas florestas.

As alturas das florestas tiveram correlação negativa e estatisticamente significativa com a maior parte das variáveis ambientais, sendo positivas e significativas para Areia Grossa e Drenagem (Tabela 4). Já a área basal total apresentou correlações negativas e significativas com pH, sódio, cálcio, magnésio e silte, e correlações positivas e significativas com alumínio e areia fina. A densidade de indivíduos apresentou correlações significativas com a maior parte das variáveis analisadas, onde apenas a areia fina não apresentou significância com este parâmetro.

O maior desenvolvimento (altura e área basal) da Floresta Inundável ocorreu em função da fertilidade do solo, expresso pelos teores de fósforo, magnésio, sódio e potássio. O baixo desenvolvimento da Floresta Não Inundável apresentou correlação positiva com a diminuição de nutrientes disponíveis no solo. O menor desenvolvimento foi encontrado para a Floresta Inundada, mesmo ocorrendo sobre o solo com a maior fertilidade química.

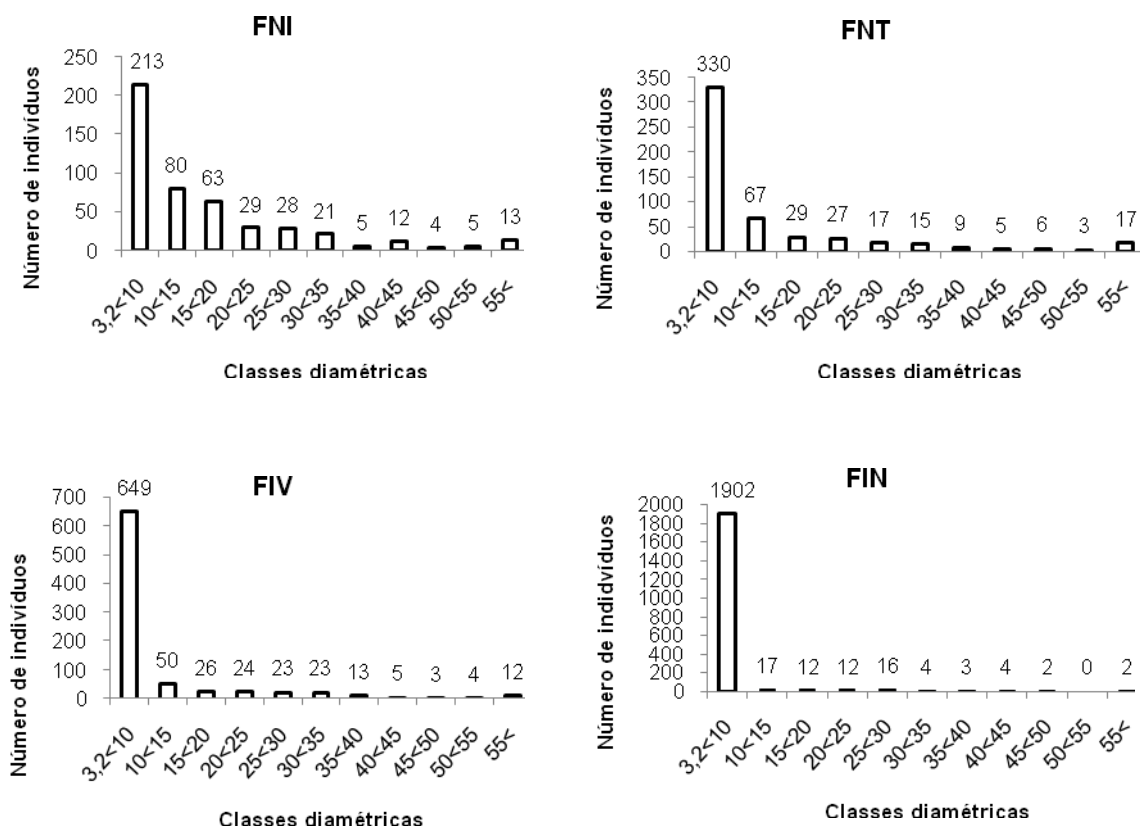


Figura 3 – Distribuição dos indivíduos amostrados em quatro florestas no PNMJ, Vila Velha/ES por classes diamétricas. FNI=Floresta Não Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FIV=Floresta Inundável; FIN= Floresta Inundada.

Tabela 4 – Correlação de Pearson para os valores de altura, Área Basal e Densidade de indivíduos com as variáveis ambientais analisadas nas quatro florestas do PNMJ, Vila Velha/ES. Os valores de altura correspondem apenas aos indivíduos do estrato médio e superior.

Variáveis do solo	Altura (m)		Área Basal Total		Densidade	
	r	P	r	P	r	P
pH em H2O	-0.019	ns	-0.221	*	-0.364	***
P (mg/dm <sup>3</sup> )	-0.275	**	-0.002	ns	0.525	****
K (mg/dm <sup>3</sup> )	-0.401	***	-0.040	ns	0.690	****
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	-0.687	***	-0.326	**	0.791	****
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	-0.666	***	-0.443	***	0.536	****
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	-0.698	***	-0.375	***	0.721	****
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.018	ns	0.233	*	0.329	***
MO (dag/Kg-1)	-0.524	***	-0.121	ns	0.711	****
Areia grossa (%)	0.537	***	0.127	ns	-0.732	****
Areia fina (5)	0.140	ns	0.264	**	0.055	ns
Silte (%)	-0.691	***	-0.319	**	0.788	****
Argila (%)	-0.570	***	-0.174	ns	0.732	****
Drenagem	0.294	**	-0.006	ns	-0.633	****

\*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ; \*\*\*\* $P < 0,0001$ ; ns=não significativo.

As árvores mortas tiveram maior representatividade em termos de número de indivíduos na Floresta Inundada (256), seguida pela Floresta Inundável (56), Floresta Não Inundável (50) e Floresta Não Inundável de Transição (29). Vale ressaltar que na Floresta Inundada 80,47% dos indivíduos mortos pertence a espécie *Bactris setosa*, já na Floresta Inundável esta espécie representa 60,71% das mortas. As correlações positivas para o número de indivíduos mortos foram significativas para a maioria das variáveis analisadas, com exceção do alumínio, sendo que as correlações negativas apenas não foram significativas para o pH e areia fina (Tabela 5).

Tabela 5 – Correlação de Pearson para o número de indivíduos mortos em pé com as variáveis ambientais analisadas nas quatro florestas do PNMJ, Vila Velha/ES.

Variáveis do solo	Árvores mortas	
	r	P
pH em H <sub>2</sub> O	-0.128	ns
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0.330	**
K (mg/dm <sup>3</sup> )	0.466	***
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	0.690	***
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.593	***
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.680	***
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0.142	ns
MO (dag/Kg-1)	0.538	***
Areia grossa (%)	-0.539	***
Areia fina (5)	-0.157	ns
Silte (%)	0.624	***
Argila (%)	0.600	***
Drenagem	-0.417	***

\*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$ ; ns=não significativo.

A partir do estudo fitossociológico foram determinadas 132 espécies para as quatro florestas, sendo que a Floresta Não Inundável de Transição foi a que apresentou maior riqueza com 82 espécies, estando seguida pela Floresta Não Inundável (74), Floresta Inundável (47) e Floresta Inundada (29).

As espécies com maiores valores de importância (VI) em cada floresta foram diferenciadas, indicando a existência de uma substituição gradativa de espécies entre as formações (Tabelas 6, 7, 8 e 9).

*Protium heptaphyllum* foi a espécie de maior VI na Floresta Não Inundável e Não Inundável de Transição, porém sua expressividade foi maior na última comunidade, em função dos maiores valores de Freqüência e Densidade.

*Bactris setosa* foi a mais importante na Floresta Inundada e Floresta Inundável, obtendo maior expressividade na Floresta Inundada, onde deteve 51,85% do valor importância. *Qualea criptantha*, que ocupou a segunda posição nesta última formação, apresentou 9,49% do VI total da comunidade, demonstrando a distância da primeira para a segunda espécie. Este resultado evidencia a alta importância de *Bactris setosa* para identificar tal fisionomia, haja vista, que na Floresta Inundável esta espécie, apesar de ocupar a primeira posição em relação ao VI, não possuiu valores tão elevados quanto aos apresentados para a Floresta Inundada.

*Pouteria caimito* e *Cupania emarginata* estão entre as 10 espécies mais importantes em relação ao VI das florestas não alagadas. *Bactris setosa* e *Symphonia globulifera* aparecem entre as mais importantes da Floresta de Transição e da Floresta Inundável. *Alchornea triplinervia*, *Geonoma schottiana* e *Symphonia globulifera* aparecem entre as mais importantes das florestas com inundações. *Tapirira guianensis* apresentou-se entre as 10 mais importantes em todas as comunidades amostradas, resultado que indica sua elevada plasticidade, tendo sucesso no estabelecimento e desenvolvimento de seus indivíduos nas diferentes condições de solos e inundações presentes nas fisionomias estudadas.

Tabela 6 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Não Inundável no PNMJ, Vila Velha, ES, em ordem decrescente de VI. FR=Freqüência relativa; DR=Densidade relativa; DoR =Dominância relativa; VC=Valor de cobertura; VI=Valor de importância; NI=Número de indivíduos; AB=Área basal; AMI=Altura mínima da espécie (m); AMA=Altura máxima da espécie (m).

Família	Espécies	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	50	1.154	2.5	10	6.09	10.57	16.03	32.69	26.60
Myrtaceae	<i>Eugenia rostrata</i> O.Berg	55	0.477	1.7	8.5	5.38	11.63	6.62	23.62	18.24
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	14	0.398	4.5	13	3.58	2.96	5.53	12.07	8.49
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	16	0.436	2.5	10	2.51	3.38	6.06	11.95	9.44
Fabaceae	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H. S. Irwin & Barneby	25	0.149	2.5	18	3.58	5.29	2.06	10.93	7.35
Lauraceae	<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	15	0.205	2.5	12	3.94	3.17	2.84	9.95	6.01
Lauraceae	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez	13	0.165	3	8	3.94	2.75	2.28	8.98	5.03
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	8	0.393	7	8	1.79	1.69	5.45	8.93	7.14
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	18	0.145	3	10	2.87	3.81	2.02	8.69	5.82
Sapotaceae	<i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini	14	0.194	4.5	9	2.87	2.96	2.69	8.52	5.65
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	9	0.292	3.5	11	2.51	1.90	4.06	8.47	5.96
Myrtaceae	<i>Psidium cattleyanum</i> Sabine	15	0.149	2.7	14	3.23	3.17	2.07	8.46	5.24
Fabaceae	<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	16	0.078	3.5	7	3.94	3.38	1.08	8.40	4.46
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	15	0.129	3	7	3.23	3.17	1.79	8.19	4.96
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	11	0.239	6.5	12	1.43	2.33	3.32	7.08	5.65
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	6	0.267	3	12	1.79	1.27	3.71	6.77	4.98
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	15	0.072	3.5	6	2.15	3.17	1.00	6.32	4.17
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> Baill.	6	0.241	8.5	10	1.43	1.27	3.34	6.05	4.61
Myrtaceae	<i>Eugenia bahiensis</i> DC.	12	0.078	3.5	7.5	1.79	2.54	1.09	5.42	3.62
Apocynaceae	<i>Rauvolfia mattfeldiana</i> Markgr.	8	0.059	3	7.5	2.87	1.69	0.82	5.38	2.51
Cactaceae	<i>Brasilopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger	12	0.066	2	6	1.08	2.54	0.92	4.53	3.45
Sapotaceae	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	3	0.168	5.5	9	1.08	0.63	2.33	4.04	2.97
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	5	0.066	2	8	1.79	1.06	0.92	3.77	1.98
Polygonaceae	<i>Coccoloba arborescens</i> (Vell.) How.	5	0.091	4.5	7	1.43	1.06	1.27	3.76	2.32
Myrtaceae	<i>Eugenia sulcata</i> Spring ex Mart.	6	0.071	5	7	1.43	1.27	0.99	3.69	2.26

Família	Espécies	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Monimiaceae	<i>Mollinedia glabra</i> (Spreng.) Perkins	3	0.137	8	11	1.08	0.63	1.91	3.62	2.54
Fabaceae	<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	6	0.060	4	7.5	1.43	1.27	0.83	3.53	2.10
Chrysobalanaceae	<i>Couepia ovalifolia</i> (Schott) Benth.	2	0.139	6.5	8	0.72	0.42	1.92	3.06	2.35
Myrtaceae	<i>Eugenia excelsa</i> O. Berg	5	0.026	4	7	1.43	1.06	0.36	2.85	1.42
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	4	0.065	4.5	7.5	1.08	0.85	0.90	2.83	1.75
Clusaceae	<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	3	0.083	5.5	7	0.72	0.63	1.16	2.51	1.79
Clusaceae	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi	3	0.078	7.5	9	0.72	0.63	1.08	2.43	1.71
Sapotaceae	<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichl.) Baehni	3	0.072	7	8	0.72	0.63	1.01	2.36	1.64
Clusaceae	<i>Clusia hilariana</i> Schltld.	1	0.127	8	8	0.36	0.21	1.77	2.34	1.98
Olacaceae	<i>Cathedra rubricaulis</i> Miers	3	0.041	5.5	8	1.08	0.63	0.57	2.28	1.21
Lauraceae	<i>Ocotea glauca</i> (Nees) Mez	3	0.032	2	4.5	1.08	0.63	0.44	2.15	1.07
Myrtaceae	<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	4	0.011	2.5	6	1.08	0.85	0.15	2.07	1.00
Fabaceae	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	3	0.025	6	7.5	1.08	0.63	0.34	2.05	0.98
Myrtaceae	<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	3	0.025	2.5	5.5	1.08	0.63	0.34	2.05	0.97
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	3	0.014	4.5	9	1.08	0.63	0.19	1.90	0.83
Clusaceae	<i>Kielmeyera membranacea</i> Casar.	3	0.013	3	7	1.08	0.63	0.18	1.89	0.81
Annonaceae	<i>Annona acutiflora</i> Mart.	3	0.005	2.5	5	1.08	0.63	0.07	1.78	0.70
Meliaceae	<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	4	0.007	4	5.5	0.72	0.85	0.09	1.66	0.94
Myrtaceae	<i>Eugenia ilhensis</i> O.Berg	2	0.024	5	9	0.72	0.42	0.33	1.47	0.75
Myrtaceae	<i>Myrcia bergiana</i> O.Berg	2	0.022	6	6	0.72	0.42	0.30	1.44	0.72
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	1	0.060	12	12	0.36	0.21	0.83	1.40	1.04
Polygonaceae	<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	1	0.060	7	7	0.36	0.21	0.83	1.40	1.04
Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) A.D.Rotman	2	0.012	5.5	7	0.72	0.42	0.17	1.31	0.59
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum hamigerum</i> O.E. Schulz	2	0.011	4.5	5.5	0.72	0.42	0.15	1.29	0.58
Ebenaceae	<i>Diospyros janeirensis</i> Sandwith	2	0.008	3	3.5	0.72	0.42	0.11	1.25	0.53
Annonaceae	<i>Xylopia laevigata</i> (Mart.) R. E. Fr.	2	0.005	4	5.5	0.72	0.42	0.07	1.21	0.49
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (H.B.K.) DC.	1	0.046	7.5	7.5	0.36	0.21	0.63	1.20	0.85
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.1	2	0.005	6.5	6.5	0.72	0.42	0.06	1.20	0.49



continuação

Família	Espécies	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Rutaceae	<i>Rauia nodosa</i> (Engl.) Kallunki	2	0.005	3	5.5	0.72	0.42	0.06	1.20	0.49
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0.045	8.5	8.5	0.36	0.21	0.62	1.19	0.83
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	2	0.003	3.5	4.5	0.72	0.42	0.05	1.19	0.47
Lauraceae	<i>Nectandra psammophila</i> Nees & Mart.	1	0.044	5	5	0.36	0.21	0.61	1.18	0.82
Arecaceae	<i>Bactris vulgaris</i> Barb. Rodr.	2	0.002	2.3	2.5	0.72	0.42	0.02	1.16	0.45
INDET 3	INDET 3	1	0.019	10	10	0.36	0.21	0.26	0.83	0.47
Fabaceae	<i>Swartzia apetala</i> Raddi	2	0.003	4.3	4.5	0.36	0.42	0.05	0.83	0.47
Malvaceae	<i>Pavonia alnifolia</i> A. St.-Hil.	1	0.015	5	5	0.36	0.21	0.20	0.77	0.42
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> Willd.	1	0.014	8	8	0.36	0.21	0.19	0.76	0.41
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) Legrand	1	0.013	5	5	0.36	0.21	0.18	0.75	0.40
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bahiana</i> W.R. Anderson	1	0.010	5	5	0.36	0.21	0.14	0.71	0.35
Thymelliaceae	<i>Daphnopsis coriacea</i> Taub.	1	0.010	7	7	0.36	0.21	0.14	0.71	0.35
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	1	0.005	4.5	4.5	0.36	0.21	0.07	0.64	0.28
INDET 2	INDET 2	1	0.004	6	6	0.36	0.21	0.06	0.63	0.27
Myrtaceae	<i>Neomitranthes obtusa</i> Sobral & Zambom	1	0.004	5.5	5.5	0.36	0.21	0.06	0.63	0.27
Simaroubaceae	<i>Picramnia glazioviana</i> Engler	1	0.004	3.5	3.5	0.36	0.21	0.06	0.63	0.27
Myrtaceae	<i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg	1	0.004	5	5	0.36	0.21	0.05	0.62	0.26
Burseraceae	<i>Protium icicariba</i> (DC.) Marchand	1	0.002	5	5	0.36	0.21	0.03	0.60	0.24
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	1	0.002	4	4	0.36	0.21	0.02	0.59	0.23
Olacaceae	<i>Heisteria perianthomega</i> (Vell.) Sleumer	1	0.001	4	4	0.36	0.21	0.02	0.59	0.23
INDET 1	INDET 1	1	0.001	4.5	4.5	0.36	0.21	0.01	0.58	0.23
<b>Total</b>		<b>473</b>	<b>7.2021</b>	-	-	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>

Tabela 7 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Não Inundável de Transição no PNMJ, Vila Velha, ES, em ordem decrescente de VI. FR=Frequência relativa; DR=Densidade relativa; DoR =Dominância relativa; VC=Valor de cobertura; VI=Valor de importância; NI=Número de indivíduos; AB=Área basal; AMI=Altura mínima da espécie (m); AMA=Altura máxima da espécie (m).

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	95	1.689	2	14	6.59	18.10	18.65	43.34	36.75
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	21	1.702	5	16	4.76	4.00	18.80	27.56	22.80
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	10	1.161	8	14	2.56	1.90	12.82	17.29	14.73
Arecaceae	<i>Bactris vulgaris</i> Barb. Rodr.	60	0.067	2	7	3.66	11.43	0.74	15.83	12.17
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	18	0.379	3	12	4.03	3.43	4.19	11.65	7.62
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	15	0.415	3.5	16	1.47	2.86	4.58	8.91	7.44
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i> Mart.	26	0.032	2	6.5	2.56	4.95	0.35	7.87	5.30
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> Baill.	9	0.275	4.5	15	2.93	1.71	3.04	7.68	4.75
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	9	0.276	2.5	14	2.56	1.71	3.05	7.33	4.76
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	14	0.087	3	12	3.66	2.67	0.96	7.29	3.63
Lauraceae	<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i> Baitello & Coe-Teixeira	13	0.19	4.5	13	2.56	2.48	2.10	7.14	4.58
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	13	0.115	3.5	12	2.56	2.48	1.27	6.31	3.75
Fabaceae	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H. S. Irwin & Barneby	13	0.032	4	9	3.30	2.48	0.35	6.12	2.83
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	12	0.051	3.5	10	2.56	2.29	0.57	5.42	2.85
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	5	0.21	3.5	13	1.83	0.95	2.32	5.10	3.27
Annonaceae	<i>Annona acutiflora</i> Mart.	12	0.026	2.5	6	2.20	2.29	0.29	4.78	2.58
Lauraceae	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez	10	0.072	3	13	1.47	1.90	0.80	4.17	2.70
Burseraceae	<i>Protium icicariba</i> (DC.) Marchand	6	0.105	4.5	12	1.83	1.14	1.16	4.14	2.31
Clusiaceae	<i>Kielmeyera membranacea</i> Casar.	6	0.113	2.5	15	1.47	1.14	1.25	3.86	2.40
Myrtaceae	<i>Eugenia rostrata</i> O.Berg	10	0.043	2	6	1.47	1.90	0.47	3.84	2.37
Apocynaceae	<i>Rauvolfia mattfeldiana</i> Markgr.	5	0.095	5	15	1.83	0.95	1.05	3.83	2.00
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	1	0.282	15	15	0.37	0.19	3.12	3.67	3.31
Lauraceae	<i>Nectandra psammophila</i> Nees & Mart.	8	0.048	4	8	1.47	1.52	0.53	3.52	2.05
Clusiaceae	<i>Garcinia brasiliensis</i> Mart.	2	0.198	11	11	0.73	0.38	2.18	3.29	2.56

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Melastomataceae	<i>Miconia pusilliflora</i> (DC) Naud.	6	0.02	4	6	1.83	1.14	0.22	3.19	1.36
Moraceae	<i>Ficus clusiifolia</i> Schott	2	0.162	10	14	0.73	0.38	1.78	2.90	2.16
Humiriaceae	<i>Humiriastrum dentatum</i> (Casar.) Cuatrec.	2	0.148	8	14	0.73	0.38	1.63	2.75	2.02
Apocynaceae	<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart.	4	0.042	4.5	5.5	1.47	0.76	0.47	2.69	1.23
Eleocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	4	0.108	4	13	0.73	0.76	1.20	2.69	1.96
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	5	0.019	2.5	5	1.47	0.95	0.21	2.62	1.16
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	4	0.032	3.5	6	1.47	0.76	0.35	2.58	1.11
Fabaceae	<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	4	0.028	3.5	8	1.47	0.76	0.31	2.54	1.07
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	5	0.009	3.5	7.5	1.47	0.76	0.29	2.52	1.06
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	4	0.027	4	12	1.47	0.95	0.10	2.52	1.06
Moraceae	<i>Ficus tomentella</i> (Miq.) Miq.	1	0.177	10	10	0.37	0.19	1.95	2.51	2.15
Sapotaceae	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	4	0.016	3	6.5	1.47	0.76	0.17	2.40	0.93
Myrtaceae	<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	3	0.06	6	14	1.10	0.57	0.66	2.33	1.23
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	9	0.02	3.5	6	0.37	1.71	0.21	2.30	1.93
Araliaceae	<i>Dendropanax selloi</i> Marchand	5	0.015	4.5	8.5	1.10	0.95	0.16	2.21	1.11
Myrtaceae	<i>Eugenia bahiensis</i> DC.	4	0.03	4	8	1.10	0.76	0.33	2.20	1.10
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	3	0.045	4	7	1.10	0.57	0.49	2.16	1.07
Myrtaceae	<i>Gomidesia martiana</i> O. Berg	4	0.022	3.5	6	1.10	0.76	0.25	2.11	1.01
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3	0.013	4.5	7	1.10	0.57	0.14	1.81	0.71
Euphorbiaceae	<i>Croton sphaerogynus</i> Müll. Arg.	3	0.004	3.5	4	1.10	0.57	0.04	1.71	0.61
Polygonaceae	<i>Coccoloba arborescens</i> (Vell.) How.	3	0.046	4.5	9	0.37	0.57	0.51	1.45	1.08
Meliaceae	<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	3	0.007	3.5	4.5	0.73	0.57	0.08	1.38	0.65
Myrtaceae	<i>Eugenia cyclophylla</i> O. Berg	2	0.023	8	8	0.73	0.38	0.25	1.37	0.64
Myrtaceae	<i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg	2	0.023	4.5	6	0.73	0.38	0.25	1.36	0.63
Olacaceae	<i>Cathedra rubricaulis</i> Miers	3	0.004	3.5	4.5	0.73	0.57	0.05	1.35	0.62
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	2	0.018	6.5	6.5	0.73	0.38	0.20	1.31	0.58
Clusiaceae	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi	2	0.01	5.5	12	0.73	0.38	0.10	1.22	0.49
Lauraceae	<i>Ocotea lobbii</i> (Meisn.) Rohwer	2	0.008	3	9	0.73	0.38	0.08	1.20	0.46

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Fabaceae	<i>Swartzia apetala</i> Raddi	2	0.005	5	7	0.73	0.38	0.06	1.17	0.44
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	1	0.04	9	9	0.37	0.57	0.06	1.00	0.64
Myrtaceae	Myrtaceae 1	3	0.006	3.5	4	0.37	0.19	0.44	1.00	0.63
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bahiana</i> W.R. Anderson	1	0.028	8	8	0.37	0.19	0.31	0.86	0.50
Euphorbiaceae	<i>Senefeldera</i> sp.	1	0.024	9	9	0.37	0.19	0.27	0.82	0.46
Urticaceae	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1	0.023	11	11	0.37	0.19	0.26	0.81	0.45
Ebenaceae	<i>Diospyros janeirensis</i> Sandwith	2	0.004	5	6	0.37	0.38	0.05	0.79	0.43
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) Legrand	1	0.021	7	7	0.37	0.19	0.24	0.79	0.43
Annonaceae	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	1	0.022	8	8	0.37	0.19	0.23	0.79	0.42
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.2	1	0.015	7	7	0.37	0.19	0.16	0.72	0.35
INDET 5	INDET 5	1	0.011	8	8	0.37	0.19	0.12	0.68	0.31
Myrtaceae	Myrtaceae 2	1	0.011	9.5	9.5	0.37	0.19	0.12	0.68	0.31
Cyatheaceae	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	1	0.009	2.5	2.5	0.37	0.19	0.10	0.65	0.29
Fabaceae	<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke	1	0.005	6	6	0.37	0.19	0.06	0.62	0.25
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	1	0.004	4	4	0.37	0.19	0.06	0.61	0.25
Olacaceae	<i>Heisteria perianthomega</i> (Vell.) Sleumer	1	0.005	6	6	0.37	0.19	0.05	0.61	0.24
INDET 4	INDET 4	1	0.004	4.5	4.5	0.37	0.19	0.05	0.61	0.24
Chrysobalanaceae	<i>Couepia ovalifolia</i> (Schott) Benth.	1	0.004	4	4	0.37	0.19	0.04	0.60	0.23
Myrtaceae	<i>Myrcia bergiana</i> O.Berg	1	0.003	3.5	3.5	0.37	0.19	0.04	0.59	0.23
Rutaceae	<i>Rauia nodosa</i> (Engl.) Kallunki	1	0.002	4.5	4.5	0.37	0.19	0.02	0.58	0.21
Fabaceae	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	1	0.002	5	5	0.37	0.19	0.02	0.58	0.21
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	1	0.002	6	6	0.37	0.19	0.02	0.58	0.21
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum hamigerum</i> O.E. Schulz	1	0.002	4	4	0.37	0.19	0.02	0.57	0.21
Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) A.D.Rotman	1	0.001	6	6	0.37	0.19	0.01	0.57	0.21
Clusiaceae	<i>Garcinia cf. gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	1	0.001	2.5	2.5	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20
Rubiaceae	<i>Salzmannia nitida</i> DC.	1	0.001	4	4	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	1	0.001	3.5	3.5	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	0.001	3.5	3.5	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20

cotinuação

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	1	0.001	4.5	4.5	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20
Lauraceae	<i>Ocotea glauca</i> (Nees) Mez	1	0.001	4	4	0.37	0.19	0.01	0.57	0.20
<b>Total</b>		<b>525</b>	<b>9.058</b>	-	-	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>200</b>

Tabela 8 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Inundável no PNMJ, Vila Velha, ES, em ordem decrescente de VI. FR=Freqüência relativa; DR=Densidade relativa; DoR =Dominância relativa; VC=Valor de cobertura; VI=Valor de importância; NI=Número de indivíduos; AB=Área basal; AMI=Altura mínima da espécie (m); AMA=Altura máxima da espécie (m).

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i> Mart.	335	0.4676	2	9	10.16	40.26	4.31	54.74	44.58
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	91	3.1074	2	22	8.56	10.94	28.67	48.16	39.61
Arecaceae	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	154	0.4182	1.5	7.5	9.63	18.51	3.86	31.99	22.37
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	33	1.6479	3	20	6.95	3.97	15.20	26.12	19.17
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	16	1.0413	10	17	6.42	1.92	9.61	17.95	11.53
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	10	0.5855	9	15	3.21	1.20	5.40	9.81	6.60
Cyatheaceae	<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	30	0.2858	2	6	3.21	3.61	2.64	9.45	6.24
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	19	0.2433	3.5	14	4.81	2.28	2.25	9.34	4.53
Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.	12	0.3745	4.5	17	3.21	1.44	3.45	8.11	4.90
Eleocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	11	0.4523	5	14	2.14	1.32	4.17	7.63	5.50
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum.	11	0.0547	4	10	3.74	1.32	0.50	5.57	1.83
Theaceae	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	2	0.4318	14	15	1.07	0.24	3.98	5.29	4.22
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> Baill.	5	0.2628	5.5	16	2.14	0.60	2.42	5.16	3.03
Lauraceae	<i>Rhodostemonodaphne capixabensis</i> Baitello & Coe-Teixeira	10	0.1653	5.5	13	2.14	1.20	1.52	4.87	2.73
Araliaceae	<i>Dendropanax selloi</i> Marchand	18	0.1077	3	12	1.60	2.16	0.99	4.76	3.16
Olacaceae	<i>Henriettea saldanhaei</i> Cogn.	10	0.0782	4.5	9	2.14	1.20	0.72	4.06	1.92
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	3	0.2165	4	18	1.60	0.36	2.00	3.96	2.36
Myrtaceae	<i>Myrcia brasiliensis</i> Kiaersk.	5	0.0627	5	12	2.14	0.60	0.58	3.32	1.18

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	4	0.0223	3.5	10	2.14	0.48	0.21	2.83	0.69
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	3	0.1419	8.5	15	1.07	0.36	1.31	2.74	1.67
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	6	0.0249	4	8	1.60	0.72	0.23	2.55	0.95
Euphorbiaceae	<i>Senefeldera</i> sp.	3	0.0906	8	12	1.07	0.36	0.84	2.27	1.20
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	3	0.0099	3	5.5	1.60	0.36	0.09	2.06	0.45
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	5	0.0273	2.5	9	1.07	0.60	0.25	1.92	0.85
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2	0.0654	9	14	1.07	0.24	0.60	1.91	0.84
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	3	0.0447	10	14	1.07	0.36	0.41	1.84	0.77
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	0.0179	8	11	1.07	0.24	0.17	1.48	0.41
Clusiaceae	<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp.	3	0.0041	3.5	5.5	1.07	0.36	0.04	1.47	0.40
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	2	0.0139	3.5	7.5	1.07	0.24	0.13	1.44	0.37
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	2	0.0123	3.5	4	1.07	0.24	0.11	1.42	0.35
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> Willd.	1	0.0812	13	13	0.53	0.12	0.75	1.40	0.87
Rubiaceae	<i>Psychotria carthaginensis</i> Jacq.	2	0.0092	3.5	4.5	1.07	0.24	0.09	1.40	0.33
Myrtaceae	<i>Myrcia racemosa</i> Barb. Rodr.	2	0.0057	6	6.5	1.07	0.24	0.05	1.36	0.29
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	1	0.0472	11	11	0.53	0.12	0.44	1.09	0.56
Moraceae	<i>Ficus tomentella</i> (Miq.) Miq.	1	0.043	13	13	0.53	0.12	0.40	1.05	0.52
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	1	0.0379	11	11	0.53	0.12	0.35	1.00	0.47
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	1	0.0354	12	12	0.53	0.12	0.33	0.98	0.45
Lauraceae	Lauraceae 1	1	0.0352	10	10	0.53	0.12	0.32	0.98	0.45
INDET 2	INDET 2	1	0.0272	14	14	0.53	0.12	0.25	0.91	0.37
Lauraceae	<i>Nectandra psammophila</i> Nees & Mart.	1	0.0187	8.5	8.5	0.53	0.12	0.17	0.83	0.29
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum hamigerum</i> O.E. Schulz	1	0.0069	7	7	0.53	0.12	0.06	0.72	0.18
Combretaceae	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl) Eichler	1	0.0041	3.5	3.5	0.53	0.12	0.04	0.69	0.16
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	1	0.0024	4.2	4.2	0.53	0.12	0.02	0.68	0.14
INDET 1	INDET 1	1	0.0022	5.5	5.5	0.53	0.12	0.02	0.68	0.14
Lauraceae	Lauraceae	1	0.0016	3.5	3.5	0.53	0.12	0.01	0.67	0.13
Lauraceae	<i>Ocotea notata</i> (Nees) Mez	1	0.0013	8	8	0.53	0.12	0.01	0.67	0.13

continuação

Família	Espécie	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Myrtaceae	<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.	1	0.0009	3	3	0.53	0.12	0.01	0.66	0.13
<b>Total</b>		<b>832</b>	<b>10.84</b>	-	-	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>

Tabela 9 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Inundada no PNMJ, Vila Velha, ES, em ordem decrescente de VI. FR=Frequência relativa; DR=Densidade relativa; DoR =Dominância relativa; VC=Valor de cobertura; VI=Valor de importância; NI=Número de indivíduos; AB=Área basal; AMI=Altura mínima da espécie (m); AMA=Altura máxima da espécie (m).

Família	Espécies	NI	AB	AMI	AMA	FR	DR	DoR	VI	VC
Arecaceae	<i>Bactris setosa</i> Mart.	1796	2.4501	1.7	6	16.81	90.98	47.77	155.56	138.75
Vochysiaceae	<i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.	27	0.8305	2.5	12	10.92	1.37	16.19	28.49	17.56
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	21	0.3547	2	8	10.08	1.06	6.92	18.06	7.98
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	8	0.2671	2	10	5.88	0.41	5.21	11.49	5.61
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. nova	11	0.2226	2	7	5.88	0.56	4.34	10.78	4.90
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	10	0.1474	2	6	6.72	0.51	2.87	10.10	3.38
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	19	0.0942	2	7	6.72	0.96	1.84	9.52	2.80
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> Willd.	5	0.2362	3	8	4.20	0.25	4.60	9.06	4.86
Arecaceae	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	32	0.0766	1.8	4.5	4.20	1.62	1.49	7.32	3.12
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	11	0.1311	2.5	8.5	3.36	0.56	2.56	6.47	3.11
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	4	0.0199	2	3	3.36	0.20	0.39	3.95	0.59
Bignoniaceae	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	3	0.0305	2.5	5	2.52	0.15	0.59	3.27	0.75
Urticaceae	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	2	0.0506	5	7	1.68	0.10	0.99	2.77	1.09
Myrtaceae	<i>Myrcia racemosa</i> Barb. Rodr.	3	0.0047	2	3	2.52	0.15	0.09	2.77	0.24
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	1	0.0726	6	6	0.84	0.05	1.42	2.31	1.47
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	2	0.0114	3	3.5	1.68	0.10	0.22	2.00	0.32
Fabaceae	<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	2	0.0045	2.5	4	1.68	0.10	0.09	1.87	0.19
Melastomataceae	<i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill.	2	0.0027	2	4	1.68	0.10	0.05	1.83	0.15

continuação

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>NI</b>	<b>AB</b>	<b>AMI</b>	<b>AMA</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>	<b>VC</b>
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	2	0.0329	2.5	5	0.84	0.10	0.64	1.58	0.74
Lauraceae	Lauraceae 3	1	0.0236	8	8	0.84	0.05	0.46	1.35	0.51
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	2	0.0169	2.5	5	0.84	0.10	0.33	1.27	0.43
Myrtaceae	<i>Eugenia cyclophylla</i> O. Berg	1	0.0178	4	4	0.84	0.05	0.35	1.24	0.40
Polygonaceae	<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	3	0.0097	2.5	3	0.84	0.15	0.19	1.18	0.34
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	1	0.006	5	5	0.84	0.05	0.12	1.01	0.17
Lauraceae	Lauraceae 2	1	0.0044	2.5	2.5	0.84	0.05	0.09	0.98	0.14
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp.	1	0.0034	3.5	3.5	0.84	0.05	0.07	0.96	0.12
Clusiaceae	<i>Tovomita brasiliensis</i> (Mart.) Walp.	1	0.0032	2	2	0.84	0.05	0.06	0.95	0.11
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i> Spruce ex K. Schum.	1	0.002	2	2	0.84	0.05	0.04	0.93	0.09
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	1	0.0016	2	2	0.84	0.05	0.03	0.92	0.08
<b>Total</b>		<b>1974</b>	<b>5.13</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>



### 3. 3. Variações na diversidade das comunidades arbustivo-arbóreas

Os diferentes índices de diversidade utilizados indicaram que a Floresta Não Inundável foi a mais diversa, estando seguida pela Floresta Não Inundável de Transição, Floresta Inundável e Floresta Inundada (Tabela 10). O teste T de Magurran (1998) mostrou que as florestas analisadas possuem valores de H' significativamente diferentes entre si, com exceção daquelas que não possuem inundação. Os demais índices (Simpson e Equabilidade) também indicaram composições de espécies mais heterogêneas para as Florestas Não Inundáveis.

Estes resultados evidenciam que a diversidade acompanha o gradiente de variações ambientais, sendo que os valores mais baixos de diversidade ocorreram nas áreas alagadas, que representam os trechos com maiores limitações abióticas para o estabelecimento de espécies vegetais, já que estas fisionomias apresentam solos mais tóxicos devido a maiores concentrações de Al, extremamente ácidos, salinizados e com drenagem deficientes. No entanto, as maiores diversidade ocorreram nos solos com menor fertilidade química.

Tabela 10 – Índices de diversidade das quatro florestas amostradas no PNMJ, Vila Velha/ES. P=nível de significância do teste T de Magurran (1988).

Índices de diversidade	FNI	P	FNT	P	FIV	P	FNI
Diversidade Shannon (H')	3.65	ns	3.56	**	2.25	**	0.55
Uniformidade (H')	1.32		1.28		0.78		0.19
Variância (H')	0.0024		0.0032		0.0029		0.0011
Equabilidade (J')	0.848		0.808		0.583		0.162
Simpson (1/D)	24.707		17.339		4.696		1.207

\*\* $P < 0,01$ ; ns=não significativo.

## 4. DISCUSSÃO

A fertilidade química dos solos aumentou das áreas topograficamente mais altas para as mais baixas, tendo uma relação positiva com o aumento da influência d'água no solo, se apresentando desta maneira, em forma de catena (Resende *et al.* 1988).

Fatores como altas concentrações de alumínio, solos extremamente ácidos, salinizados e com inundações periódicas (Floresta Inundável) ou permanentes

(Floresta Inundada), são amplamente mencionados como agentes restritivos ao desenvolvimento estrutural da vegetação (Scarano 2002; Larcher 2000; Ivanauskas *et al.* 1997). As condições edáficas encontradas sob as Florestas Não Inundáveis parecem ser menos restritivas, porém, estas também são menos férteis, sendo por isso, limitantes ao desenvolvimento estrutural de fitofisionomias (Scarano 2002; Larcher 2000).

A presença de três estratos bem definidos para as florestas de Restinga que não sofrem inundações é evidenciada por diferentes autores (Fabris 1995; Assumpção & Nascimento 2000; Araujo *et al.* 1998; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>; Scherer *et al.* 2005; Menezes-Silva & Britez 2005; Menezes & Araujo 2005), sendo também reportada para Florestas Inundáveis (Araujo *et al.* 1998; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Britez 2005) e Floresta Inundadas (Sztutman & Rodrigues 2002; Dorneles & Waechter 2004; Menezes-Silva & Britez 2005).

O maior desenvolvimento em altura e área basal de Florestas Inundáveis em relação às Florestas Não Inundáveis e Florestas Inundadas em Restinga foi reportado por outros autores em diferentes pontos do litoral (Britez *et al.* 1997; Araujo *et al.* 1998; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Britez 2005). O maior desenvolvimento de Florestas Não Inundáveis, mas que apresentam o lençol freático próximo a superfície, como o encontrado para Floresta Não Inundável de Transição no PNMJ, foi reportado por Guedes *et al.* (2006) na Restinga da Bertioiga, São Paulo.

A diferença na fertilidade do solo entre as formações florestais analisadas, com exceção da Floresta Inundada, pode ser apontada como um dos principais agentes nas variações do desenvolvimento vegetacional encontrado, onde o gradiente de incremento de biomassa aumenta de acordo com a disponibilidade de nutrientes no solo. Esta condição é considerada como padrão na determinação no crescimento das espécies em comunidade vegetais (Larcher 2000). Nenhum estudo relaciona diretamente as diferenças fisionômicas entre as fitocenoses do ecossistema Restinga com as variações de fertilidade do solo, porém, diferentes estudos afirmam sobre o efeito do gradiente pedológico como determinante das características das fisionomias do Cerrado brasileiro (Goodland & Pollard 1973; Haridasan 1992; Eiten 1972).

Apesar da Floresta Inundada ocorrer sobre os Organossolos Tiomórficos, que apresentaram maior fertilidade, esta apresentou o menor desenvolvimento em área

basal e altura entre as florestas estudadas, assim como reportado por Araujo *et al.* (1998) e Menezes-Silva & Britez (2005) para outras Restingas da costa brasileira.

Um dos principais fatores que restringem o crescimento vegetal em áreas alagadas é a redução da disponibilidade de oxigênio no solo (Calbo *et al.* 1998). Entre as respostas do vegetal à redução de oxigênio no solo, são mencionadas, entre outras, a hipertrofia do caule e a diminuição do crescimento (Kramer 1983), bem como, o aparecimento de raízes aéreas em algumas espécies (Araujo *et al.* 1998). Outro fator que pôde ter contribuído para o menor desenvolvimento das espécies na Floresta Inundada é o aumento dos teores de sódio, já que as espécies arbóreas encontradas nesta formação, não são conhecidas por serem adaptadas a ambientes salinos, podendo, segundo Larcher (2000), a absorção de sais por espécies não-halofíticas, acarretar em forte ou até severa limitação ao crescimento.

A densidade de indivíduos é maior em florestas com alagamentos, quando comparadas a florestas não inundáveis (Sztutman & Rodrigues 2002; Bianchini *et al.* 2003; Dorneles & Waechter 2004; Rocha *et al.* 2005; Carvalho *et al.* 2006), porém, Guedes *et al.* (2006) não encontraram este padrão.

A mortalidade de indivíduos arbóreos faz parte da dinâmica natural das florestas tropicais (Franklin *et al.* 1987), sendo comumente encontrada em Florestas Não Inundáveis (Silva *et al.* 1994; Fabris 1995; Lobão & Kuntz 2000; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>) e Florestas Inundadas e Inundáveis de Restinga (Dorneles & Waechter 2004; Bianchini *et al.* 2003; Carvalho *et al.* 2006).

A maior densidade de indivíduos mortos na Floresta Inundada parece refletir as condições de cheia do rio Jucu, onde a aumento do nível e da vazão podem estar causando a mortalidade por quebra e arrasto de indivíduos arbustivos e arbóreos. No entanto esta mortalidade pode também estar ocorrendo em função de características populacionais, já que a maior parte dos indivíduos mortos é de *Bactris setosa*.

A proximidade dos valores de densidade de árvores mortas entre a Floresta Inundável e Não Inundável pode estar indicando que, tanto a inundação periódica para a primeira quanto a restrição hídrica e baixa fertilidade para a segunda, podem estar atuando como fatores que promovem a mortalidade, haja vista que na Floresta Não Inundável de Transição, onde as condições edáficas são intermediárias, a mortalidade foi mais baixa.

*Protium heptaphyllum* apresenta-se entre as mais importantes em outros estudos fitossociológicos em Floresta Não Inundáveis de Restinga em diversos pontos do litoral brasileiro (Fabris 1995; Assumpção & Nascimento 2000; Assis *et al.* 2004). Assis *et al.* (2004<sup>b</sup>) indicam que esta espécie, devido a sua alta expressão, pode ser considerada como característica das Florestas Não Inundáveis da costa brasileira, tendo uma representatividade ainda maior para as Restingas capixabas. Analisando os estudos em Floresta Inundáveis de Restinga, esta espécie não aparece entre as mais importantes (Bianchini *et al.* 2003; Sztuman & Rodrigues 2002; Dorneles & Waechter 2004).

As demais espécies presentes entre as mais importantes da Floresta Não Inundável também são encontradas em outros estudos, porém com baixos valores importância para este tipo florestal em Restingas no Espírito Santo, com exceção de *Pouteria coelomatica* que se encontra como a mais importante em dois trechos de Floresta Não Inundada em Setiba (Fabris 1995; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>). *Chamaecrista ensiformis* também é mencionada entre as mais importantes em um trecho de Floresta de Muçununga no Norte do Estado por Simonelli *et al.* (1998). *Maytenus obtusifolia* apresenta-se como uma das mais importantes de comunidades Arbustivas Não Inundáveis em duas Restingas no Rio de Janeiro (Assumpção & Nascimento 2000; Pereira *et al.* 2001), sendo a mais importante de um trecho de Floresta Não Inundável (Assumpção & Nascimento 2000).

*Eugenia rostrata* não aparece em estudos fitossociológicos ou florísticos nas Restingas Capixabas (Fabris 1995; Pereira & Zambom 1998; Pereira *et al.* 1998; Pereira & Assis 2000; Pereira *et al.* 2000; Assis *et al.* 2004<sup>b</sup>), sendo mencionada apenas por Pereira & Araujo (2000) como parte da flora deste ecossistema para o Espírito Santo e Rio de Janeiro, porém, esta pode ser considerada uma espécie que possui preferências por solos secos e com baixa fertilidade, já que esta apresentou sua maior expressividade sobre estas condições no presente estudo.

A presença de *Symphonia globulifera* e *Bactris setosa*, que são citadas como características de florestas com alagamento (Araujo *et al.* 1998; Carvalho *et al.* 2006) estão entre as espécies mais importantes da Floresta Não Inundável de Transição, reforçando as características ecotonais deste trecho florestal.

*Bactris setosa* é mencionada como característica do estrato médio de florestas com alagamento em Restingas (Henriques *et al.* 1986; Araujo *et al.* 1998), sendo uma das mais importantes em uma Floresta Não Inundável, mas com lençol

freático próximo a superfície na Restinga da Bertioga/SP (Guedes *et al.* 2006). A baixa citação desta espécie em estudos fitossociológicos de florestas com alagamento, deve-se provavelmente ao critério de inclusão adotado por outros autores, já que segundo Reis (2006) a variação diamétrica desta espécie está entre 3 e 7 cm e sua ocorrência é conhecida desde o Piauí e Pernambuco até o Rio Grande do Sul, tendo ainda uma alta expressividade nas Restingas alagadiças do Rio de Janeiro.

*Symphonia globulifera* aparece como característica da flora de Florestas Inundáveis de Restinga (Araujo & Henriques 1984; Henriques *et al.* 1986; Pereira 1990<sup>a</sup>; Araujo *et al.* 1998), sendo a mais importante em dois fragmentos inundáveis de Mata Atlântica no Rio de Janeiro (Carvalho *et al.* 2006). A falta de pesquisas em Florestas Inundáveis nesse ecossistema para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Silva *et al.* 2007), deve ser o principal responsável pela falta de menção desta espécie em estudos fitossociológicos, já que esta espécie se distribui no Brasil desde Amazônia até o Rio de Janeiro (Vieira 2001) e Espírito Santo (Pereira & Araujo 2000).

*Geonoma shottiana* foi mencionada em diferentes estudos fitossociológicos em Florestas Inundáveis de Restinga, sendo um importante componente na caracterização fisionômica dos sub-bosques estudados (Silva *et al.* 1994; Sztutman & Rodrigues 2002; Dorneles & Waechter 2004).

*Nectandra oppositifolia* está entre as mais importantes deste estudo, porém não é citada para restingas no Espírito Santo (Pereira & Araujo 2000). Na floresta paludosa de restinga de Pariquera-Açu/SP esta espécie se encontra entre as de maior valor de importância (Sztutman & Rodrigues 2002).

*Alchornea triplinervia*, *Sapium glandulatum* e *Calophyllum brasiliense* são mencionadas em trabalhos nas restingas do Espírito Santo apenas em estudos florísticos (Pereira & Gomes 1994; Pereira & Assis 2000; Pereira *et al.* 2000). Estas espécies são citadas em estudos fitossociológicos em Florestas Inundáveis de Restinga apenas no estado de São Paulo (Sztutman & Rodrigues 2002), com *Alchornea triplinervia* sendo uma das mais importantes. *Calophyllum brasiliense* é citada em estudos fitossociológicos também para Restingas do estado do Paraná (Silva *et al.* 1994; Sztutman & Rodrigues 2002).

A espécie *Tapirira guianensis* apresenta uma ampla distribuição pelo território brasileiro (Valente & Costa 2001), sendo mencionada entre as mais importantes

para diferentes tipos florestais (Carvalho *et al.* 2006). Este espécie é citada em 54,3% dos estudos fitossociológicos em florestas ciliares do Brasil extra-amazônico (Rodrigues & Nave 2004). Frente ao exposto na literatura e através dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se constatar que esta espécie apresenta uma elevada plasticidade, permitindo seu estabelecimento nos diferentes tipos de solos e condições de inundação existentes em sistemas florestais.

O maior valor de diversidade encontrado para a Floresta Não Inundável refuta as teorias apresentadas por Ashton (1990) e Tilman (1986), onde estes autores indicam que ambientes com disponibilidade nutricional intermediária venham apresentar maiores diversidades de espécies em vista daquelas que possuem maiores ou menores concentrações de nutrientes disponíveis no solo.

A seletividade de espécies vegetais em ambientes sob alagamentos é amplamente citada na literatura (Ivanauskas *et al.* 1997; Budke *et al.* 2007). Diferentes autores encontraram valores menores de diversidade em ambientes com alagamento (Toniato *et al.* 1998; Rogmagnolo & Souza 2000; Sztutman & Rodrigues 2002; Bianchini *et al.* 2003 Dorneles & Wearchter 2004; Carvalho *et al.* 2006), sendo que a diversidade pode ser ainda menor ou maior de acordo com a permanência de água no sistema, sendo que quanto menor a drenagem menor a diversidade. Atributos do solo como acidez e alumínio também tem sido mencionados como fatores limitantes para o estabelecimento de espécies vegetais (Lathwell & Grove 1986; Sollins 1998), tendo como consequência uma diminuição na diversidade.

Os baixos valores de equabilidade apresentados pela Floresta Inundada e Inundável indicam que os fatores estressantes, presentes nestas comunidades, favorecem um pequeno grupo de espécies tolerantes às condições edáficas apresentadas. Desta maneira, se pôde constatar que estas apresentam uma elevada capacidade de colonização destes tipos de ambientes. Segundo Scarano (2002) esta alta expressividade de poucas espécies é característica de habitats submetidos a condições ambientais extremas. Entre estas espécies estão *Bactris setosa*, *Geonoma schottiana*, *Qualea cryptantha*, *Alchornea triplinervia*, *Sapium glandulatum* para a Floresta Inundada, e *Bactris setosa*, *Geonoma schottiana*, *Symphonia globulifera*, *Nectandra oppositifolia* e *Cyathea phalerata* para a Floresta Inundável.

Frente ao exposto, pôde-se constatar que as variações estruturais das quatro comunidades florestais estudadas estão correlacionadas com as variáveis edáficas

estudadas, sendo que a inundação parece o principal fator determinante do gradiente, porém, as variáveis químicas e físicas do solo contribuem com significativa importância nos resultados encontrados.

De maneira geral, as espécies mais importantes de cada comunidade florestal estudada são encontradas em outras Restingas da costa brasileira sob condições semelhantes. Desta forma, pode-se inferir que estas espécies são tolerantes às condições limitantes impressas pela inundação, e outras características edáficas presentes em cada formação analisada.

Desta forma, tanto as variações abióticas (variáveis químicas, físicas e inundação dos solos) quanto às variações bióticas (estrutura e diversidade) observadas, formam em conjunto um ambiente extremamente heterogêneo, tendo como resultado uma elevada diversidade ambiental que acompanha os gradientes ribeirinhos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG II (*Angiosperm Phylogeny Group*). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** **141**: 399-436.
- Araujo, D. S. D.; Scarano, F. R.; Sá, C. F.; Kurtz, B. C.; Zaluar, H. L. T.; Montezuma, R. C. M. & Oliveira, R. C. 1998. Comunidades Vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Pp. 39-62. In: F. A. Esteves (ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé, RJ**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Araujo, D.S.D. & Henriques, R.P.B. 1984. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. Pp. 150-193. In: Lacerda, L. D.; Araujo, D. S. D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). **Restingas: origem, estrutura, processos**. CEUFF, Niterói, Rio de Janeiro.
- Ashton, P.S. 1990. Species richness in tropical forests. Pp.239-251. In: Holm-Nielsen, L. B.; Nielsen, I. C. & Balslev, H. (eds.). **Tropical forests - botanical dynamics, speciation and diversity**. Academic Press, London.

- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>a</sup>. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 18(1): 191-201.
- Assis, A. M.; Thomaz, L. D. & Pereira, O. J. 2004<sup>b</sup>. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica** 27(2): 349-361.
- Assumpção, J. & Nascimento, M. T. 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 14:301-315.
- Bianchini, E.; Popolo, R. S.; Dias, M. C.; Pimenta, J. A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 17(3): 405-419.
- Britez, R. M.; Santos Filho, A.; Reissmann, C. B.; Silva, S. M; Athayde, S. F.; Lima, R. X. & Quadros, R. M. B. 1997. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 21(4): 625-634.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa.
- Budke, J. C.; Jarenkow, J. A. & Oliveira-Filho, A T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant ecology** 189: 187-200.
- Calbo, M. E. R.; Moraes, J. A. P. V. & Calbo, A. G. 1998. Crescimento, Condutância Estomática, Fotossíntese E Porosidade Do Buriti Sob Inundação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 10(1): 51-58.
- Carvalho, F. A.; Nascimento, M. T.; Braga, J. M. A. & Rodrigues, P. J. F. P. 2006. Estrutura Da Comunidade Arbórea Da Floresta Atlântica De Baixada Periodicamente Inundada Na Reserva Biológica De Poço Das Antas, Rio De Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 57(3): 503-518.
- Dorneles, L. P. P. & Waechter, J. L. 2004. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 17(4): 815-824.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review** 38: 201-341.
- EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos.



- Fabris, L. C & Pereira, O. J. 1990. Análise fitossociológica na formação pós-praia da restinga de Setiba, Guarapari, ES. Pp. 455-466. In: **Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Fabris, L. C. 1995. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Franklin, J. F.; Shugart, H. H. & Harmon, M. E. 1987. Tree death as an ecological process. **BioScience** **37**:550-556.
- Goodland R. & Pollard, R. 1973. The Brazilian Cerrado Vegetation: A Fertility Gradient. **The Journal of Ecology** **61**(1): 219-224.
- Guedes, D.; Barbosa, L. M.; Martins, S. E. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **20**(2): 299-311.
- Haridasan, M. 1992. Observations on soils, foliar nutrient concentrations and floristic composition of Cerrado *sensu stricto* and cerradão communities in central Brazil. In: Furley, P. A., Proctor, J. & Ratter, J. A. (eds.) **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman and Hall. p. 309-348.
- Henriques, R. P. B.; Araujo, D.S.B. & Hay, J.D. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** **9**(1): 173-189.
- IPEMA (Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica) 2005. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: cobertura florestal e unidades de conservação**. Programa Centros para Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil. IPEMA, Vitória, Espírito Santo.
- Ivanauskas, N. M.; Rodrigues, R. R. & Nave, A. G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de Floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica** **20**(2): 139-153.
- Kramer, P.J. 1983. **Water relations of plants**. Academic Press, New York.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima Artes e Textos, São Carlos, São Paulo.

- Lathwell, D. J & Grove, T. L. 1986. Soil-Plant Relationships in the Tropics. **Annual Review of Ecology and Systematics** 17: 1-16.
- Lobão, A. Q. & Kurtz, B. 2000. Fitossociologia de um trecho de mata de restinga na Praia Gordas, município de Armação de Búzios, RJ. Pp. 66-73. In: **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. v.3, ACIESP, São Paulo.
- Magnago, L. F. S.; Pereira, O. J.; Matos, F. A. R. & Souza, P. F. 2007<sup>a</sup>. Caracterização Fitofisionômica da Restinga na Morada do Sol, Vila Velha/ES. **Revista Brasileira de Biociências** 5(supl.1): 456-458.
- Magnago, L. F. S.; Assis, A. M. & Fernandes, H. Q. B. 2007. Floresta ombrófila densa submontana, Montana e alto-montana. Pp. 51-54. In: Simonelli, M. & Fraga, C. N. (orgs.) *Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo*. Vitória, IPEMA.
- Magurran, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University.
- Menezes, L. F. T. & Araujo, D. S. D. 2005. Formações vegetacionais da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro. Pp. 67-120.. In: Menezes, L. F. T.; Peixoto, A. L. & Araújo, D. S. D. (orgs.). **História natural da Marambaia**. Rio de Janeiro, EDUR.
- Menezes-Silva, S. & Britez, R. M. 2005. A vegetação da planície costeira. Pp. 49-84. In: Marques, M. C. M. & Britez, R. M. (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba, UFPR.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. J. Wiley & Sons, New York.
- Pereira, M. C. A.; Araujo, D. S. D. & Pereira, O. J. 2001. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica** 24(3): 273-281.
- Pereira, O. J. & Araujo, D. S. D. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Pp. 25-63. In: Esteves, F. A. & Lacerda, L. D. (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro.
- Pereira, O. J. & Assis, A. M. 2000. Florística da restinga de Camburi. **Acta Botanica Brasílica** 14(1): 99-111.
- Pereira, O. J. & Assis, A. M. 2004. Fitossociologia Da Vegetação Arbustiva Fechada Inundável De Restinga No Município De Linhares – ES. Pp. 407-413. In:

- Anais do VI Simpósio de ecossistemas: patrimônio ameaçado.** v. 2, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. & Gomes, J. M. L. 1994. Levantamento florístico das comunidades vegetais de Restinga no Município de Conceição da Barra, ES. Pp. 67-78. In: **Anais do III Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. Subsídios a um gerenciamento ambiental.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. & Zambom, O. 1998. Composição florística da restinga de Interlagos, Vila Velha (ES). Pp. 129-139. In: **Anais do IV Simpósio de ecossistemas brasileiros.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J. 1990. **Levantamento florístico de uma área de restinga do Estado do Espírito Santo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Pereira, O. J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. Pp. 177-179. In: Jardim, M. G.; Bastos, M. N. C. & Santos, J. U. M. (orgs.). **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal.** Sociedade Brasileira de Botânica, Belém, Pará.
- Pereira, O. J. 2007. Formações pioneiras: Restingas. Pp. 27-32. In: Simonelli, M. & Fraga, C. N. (orgs.). **Espécies da flora ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo.** IPEMA, Vitória, Espírito Santo.
- Pereira, O. J., Assis, A. M. & Souza, R. L. D. 1998. Vegetação da restinga de Pontal do Ipiranga, Município de Linhares (ES). Pp. 117-128. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J.; Assis, A. M. & Quinino, M. K. 2004. Estrutura Da Formação Arbustiva Aberta Não Inundável De Restinga Sobre Terrenos Pleistocênicos – Linhares (ES). Pp. 399-406. In: **Anais do VI Simpósio de ecossistemas: patrimônio ameaçado.** v. 2, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J.; Borgo, J. H.; Rodrigues, I. D. & Assis, A. M. 2000. Composição florística de uma floresta de restinga no município da Serra-ES. Pp. 74-83. In: **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: conservação.** v. 3, ACIESP, São Paulo.
- Pereira, O. J.; Thomaz, L. D. & Araujo, D. S. D. 1992. Fitossociologia da vegetação de ante dunas da restinga de Setiba/Guarapari e em Interlagos, Vila Velha, ES. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** 1: 65-75.

- Reis, R. C. C. 2006. Palmeiras (Arecaceae) das Restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(3): 501-512.
- Resende, M.; CURI, N. & Santana, D. P. 1988. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações**. Ministério da Agricultura, Brasília, e Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.
- Rocha, C. T. V.; Carvalho, D. A.; Fontes, M. A. L.; Oliveira-Filho, A. T.; Van Den Berg & Marques, J. J. G. S. M. 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28(2): 203-218.
- Rodrigues, R. R. & Nave, A. A. 2004. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. Pp. 45-71. In: Rodrigues, R. R. & Leitão-Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Edusp/Fapesp, São Paulo.
- Rodrigues, R. R. 2004. Florestas Ciliares? Uma Discussão Nomenclatural das Formações Ciliares. Pp. 91-99. In: Rodrigues, R. R. & Leitão-Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP/FAPESP, São Paulo.
- Romagnolo, M. B.; Souza, M. C. 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. **Acta Botanica Brasilica** 14(2): 163-174.
- Scarano, F. R. 2002. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** 90: 517-524.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L. R. M. 2005. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 717-726.
- Shepherd, G. J. 1994. **Fitopac 1 - Manual do usuário**. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 88p.
- Silva, A. C.; Van Den Berg, E.; Higuchi, P. & Oliveira-Filho, A. T. 2007. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 30(2): 257-269.
- Menezes-Silva, S. M., Britez, R. M., Souza, W. S. & Joly, C. A. 1994. Fitossociologia do componente arbóreo da floresta de restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. Pp.33-48. In **Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. v. 3, ACIESP, São Paulo.

- Simonelli, M.; Souza, A. L.; Peixoto, A. L. & Silva, A. F. 1998. Floristic composition and structure of the tree component of a Muçununga Forest in the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. Pp. 351-370. In: Thomas, Wm. W. (edt.). **The atlantic coastal forest of Northeastern Brazil**. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? **Ecology** **79**(1): 23-30.
- Souza, A. L. 1990. **Notas de aula de manejo florestal**. Viçosa, MG, UFV, DEF.
- Souza, C. R. G.; Hiruma, S. T.; Sallum, A. E. M.; Ribeiro, R. R. & Sobrinho, J. M. A. 2008. **“Restinga”: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental**. São Paulo: Instituto Geológico.
- Sztutman, M. & Rodrigues, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariqueira - Açú, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **25**(2): 61-176.
- Thomaz, L. D. 1991. **Distribuição e diversidade de espécies na vegetação Halófila-psamófila no Litoral do Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Tilman, D. 1986. Evolution and differentiation in terrestrial plant communities: the importance of the soil resource: light gradient. Pp.359-380. In: **Community ecology**. Diamond, J. & Case T. J. (eds.). Harper and Row, New York,
- Toniato, M. T. Z.; Leitão-Filho, H. F. & Rodrigues, R. R. 1998. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** **21**(2): 197-210.
- Valente, A. A. & Costa, A. F. 2001. Anacardiaceae. Pp. 25. In: Costa, A. F. & Dias, I. C. A. (orgs.). **Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, Brasil: listagem, florística e fitogeografia: Agiospermas, Pteridófitas e Algas continentais**. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Vieira, C. M. 2001. Clusiaceae. Pp. 54-55. In: Costa, A. F. & Dias, I. C. A. (orgs.). **Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, Brasil: listagem, florística e fitogeografia: Agiospermas, Pteridófitas e Algas continentais**. Museu Nacional, Rio de Janeiro.

## VI. CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados obtidos nos três capítulos pôde-se concluir que:

(a) As formações florestais existentes no ecossistema Restinga apresentam estreita associação com as diferentes classes de solos e influências de inundações existentes no gradiente de intercordão para cordão arenoso;

(b) As diferenças fitofisionômicas, indicadas pelo porte da vegetação, adensamento de indivíduos arbustivo-arbóreos e das espécies fisionomicamente dominantes em cada uma, evidenciam a existência de um controle pedológico e hidrológico nestas características;

(c) Entre os atributos pedológicos que se destacaram nas limitações fitofisionômicas estão, os teores de matéria orgânica, fósforo, alumínio trocável, e sódio, podendo ser assim considerados fatores que favorecem ou restringem o estabelecimento de desenvolvimento das comunidades vegetais em Restinga.

(d) As variações na composição florística, riqueza e abundância das espécies que compõem os diferentes tipos florestais estudados, estão relacionadas as variações pedológicas e influências de inundações;

(e) As variações estruturais das quatro comunidades florestais estudadas estão correlacionadas com as variáveis edáficas, sendo que a inundação parece ser um dos principais fatores determinantes do gradiente, porém, as variáveis químicas e físicas do solo contribuem com significativa importância nos resultados encontrados.

(f) Os fatores considerados como limitantes ao estabelecimento de espécies, foram as concentrações de alumínio, acidez, salinidade e drenagem deficiente. Apesar de a fertilidade apresentar correlações com a composição de espécies, esta não parece influenciar negativamente na riqueza e diversidade das florestas de Restingas, haja vista que as maiores diversidades e riquezas foram encontradas para as florestas sobre os solos mais pobres em nutrientes e sem inundações.