

Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil¹

Luiz Fernando Silva Magnago^{2,6}, Sebastião Venâncio Martins³, Carlos Ernesto G. R. Schaefer⁴ e Andreza Viana Neri⁵

Recebido em 24/09/2009. Aceito em 7/06/2010

RESUMO – (Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil). A presente pesquisa teve como objetivo analisar as variações fitofisionômicas em quatro formações florestais, em relação aos gradientes de inundação e características pedológicas. O estudo foi no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, Espírito Santo. Quatro perfis de solo com profundidades variadas foram abertos, onde uma amostra foi coletada em cada horizonte existente por perfil. Para acompanhamento da flutua o do lençol freático, foram instalados piezômetros, em profundidade de 2 m em cada fitofisionomia. O reconhecimento e delimita o das unidades vegetacionais seguiu os critérios fision micos, ecológicos e aspectos florísticos apresentados pelas diferentes forma es, sendo as características vegetacionais de cada fitocenose expressas por perfis ilustrativos. Nas fisionomias estudadas, foram identificadas quatro classes de solos distintas, sendo Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos muito mal drenados sob a Floresta Inundada, Gleissolos Tiomórficos Húmicos solódicos mal drenados sob a Floresta Inundável, Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos moderadamente a imperfeitamente drenado sob a Floresta Não Inundável de Transi o e Neossolos Quartzarênicos  rticos espódicos excessivamente drenados sob Floresta Não Inundável. Os resultados mostram a existência de respostas vegetacionais das florestas em virtude das variáveis edáficas.

Palavras-chave: Florestas inundadas, florestas não inundadas, gradiente pedológico, vegeta o de planície costeira arenosa

ABSTRACT – (Phytophysionomic-edaphic gradient of forest formations in restinga areas of southeastern Brazil). This research aimed to evaluate the phytophysionomic variations in four forest formations related to flood gradient and edaphic characteristics. The study was carried out at the Jacarenema Natural Municipal Park, Vila Velha, Espírito Santo state, Brazil. We made four soil profiles varying in depth, and collected one sample from each horizon per profile. Piezometers were set up at 2m depth in each phytophysionomy to record groundwater variance. Recognition and delimitation of the vegetation units followed the phytophysionomic, ecological and floristic criteria of the different formations, and vegetation characteristics of each phytocenose were expressed by means of an illustrative profile. Four distinct classes of soil were found beneath the phytophysionomies. Very poorly drained Histosol (Thionic, Sapric, Solodic) was found beneath the Flooded Forest, poorly drained Gleysol (Thionic, Humic, Solodic) beneath the Seasonally Flooded Forest, moderately to imperfectly drained Spodosol (Humiluvic, Hydromorphic, Duric) beneath the Non-Flooded Transitional Forest, and excessively drained Quartzarenic Entisol (Orthic, Spodic) beneath the Non-Flooded Forest. It is evident from the outcome that there are indeed vegetation responses to edaphic variables.

Keywords: Flooded forests, non-flooded forests, pedologic gradient, sandy coastal-plain vegetation

Introdu o

O ecossistema Restinga, no sentido geomorfológico,   a paisagem Quaternária aren cola 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 impregna o de ácidos húmicos e seus sedimentos arenosos são em geral superficialmente brancos; já os solos dos cordões mais externos apresentam-se com colora o mais amarelada, pouca impregna o de ácido h mico e possuem menor altitude (4 a 5 m) (Martin *et al.* 1997). Sobre os cordões, localizam-se as forma es não inundáveis de Restinga, ou seja, áreas sem influência direta do lençol freático. Nas áreas de intercordões, ocorrem terrenos topograficamente mais baixos,

originadas da sedimenta o parcial ou total de lagunas e/ou paleo-lagunas, apresentando por isso áreas inundadas ou inundáveis, tendo um solo síltico e/ou areno-argilosos, mais ricos em matéria orgânica (Martin *et al.* 1997).

Alguns trabalhos trazem alguma informa o sobre os fatores edáficos como determinantes nas forma es de Restinga. Fabris (1995) relacionou mudanças fisionômicas em uma floresta não inundável em Setiba/ES com as varia es edáficas. Sztutman & Rodrigues (2002) relacionaram as varia es estruturais em fisionomias florestais de planície costeira em três diferentes níveis de inunda es e três diferentes tipos de solos em Pariquera-Açu/SP. Costa *et al.* (2003) estudaram as varia es florísticas e estruturais em forma es vegetais sobre turfeiras com diferentes níveis de inunda es em Domingos Petrolini/RS. Brites (2005) apresentou resultados sobre rela es hidrológicas e pedológicas na determina o de forma es florestais na Ilha do Mel/PR. Guedes *et al.* (2006) relacionaram as varia es edáficas com a composi o florística em dois trechos distintos de florestas de Restinga em Bertioga/SP.

O conhecimento sobre as influências pedológicas e do lençol freático como fatores determinantes ou condicionantes

¹ Parte da disserta o de Mestrado do primeiro Autor

² Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós Gradua o em Botânica, Viçosa, MG, Brasil

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, Brasil

⁴ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos e Nutri o de Plantas, Viçosa, MG, Brasil

⁵ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Botânica, Viçosa, MG, Brasil

⁶ Autor para correspondência: luiz_fsm@hotmail.com

em formações de Restinga ainda é incipiente. Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo analisar a variação fisionômica em 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.

Material e métodos

O Parque Natural Municipal de Jacarenema (PNMJ) possui uma área de 307 hectares (IPEMA 2005), estando localizado entre as coordenadas 20°26'25"S e 40°18'45"W, no distrito da Barra do Jucu, no município de Vila Velha, ES (Fig. 1). 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. 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 (Fig. 2).

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 medidas 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: Floresta Inundada, Floresta Inundável, Floresta Não Inundável de Transição e Floresta Não Inundável.

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

Para a análise pedológica, foram abertos quatro perfis representativos, com aproximadamente 2 m de profundidade por 1,5 m de largura, nas áreas *core* de cada fisionomia. As classes de solo e drenagem de cada fisionomia foram classificadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA 2006). Para as análises químicas e texturais do solo, foram coletadas amostras em cada horizonte do perfil. Para todas as amostras, foram obtidas a cor e as propriedades morfológicas, segundo Lemos & Santos (1996).

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.

Para análise da flutuação do lençol freático, foram instalados, nas mesmas áreas onde foram abertos os perfis de solo, quatro piezômetros, em 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 freático 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 à foz do Rio Jucu, onde também são encontrados trechos de bosques de Manguezais. Essa medição foi feita por um período de oito horas, sendo os dados extraídos a cada hora. Foi realizado o teste de correlação de Pearson ("r") para verificar a influência da pluviosidade na flutuação do lençol freático das florestas analisadas.

Resultados

Foram identificadas quatro classes de solos distintas sob as quatro fisionomias estudadas, sendo todos os solos distróficos. Seguindo o gradiente dos trechos topograficamente mais baixos e com afloramento do lençol freático durante

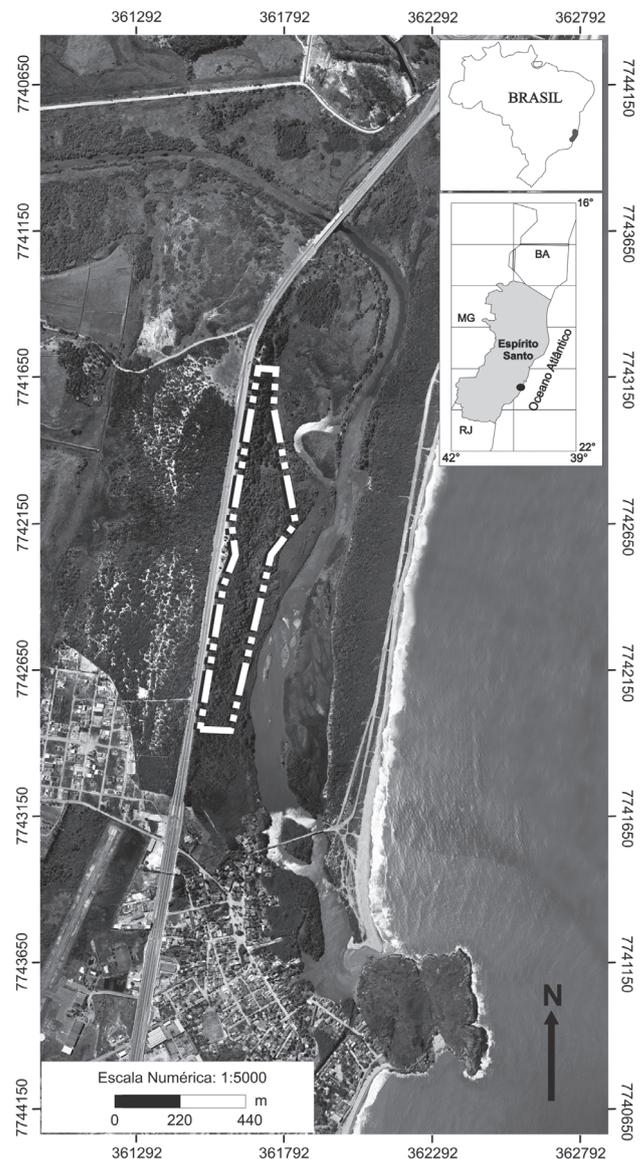


Figura 1. Localização do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha-ES. Em detalhe, a localização das áreas florestais estudadas.

todo o ano (intercordões arenosos), têm-se: Organossolos Tiomórficos Sápricos Solódicos muito mal drenados, presentes sob a Floresta Inundada, tendo influência fluvio-marinha; em relevo pouco mais elevado, encontram-se Gleissolos Tiomórficos Húmicos Sódicos mal drenados, também sob influência fluvio-marinha e com afloramento periódico do lençol freático, onde ocorre a Floresta Inundável; a classe de Espodossolo Humilúvico Hidromórfico Dúrico está localizada nas bordas do cordão arenoso e este solo se apresenta moderadamente a imperfeitamente drenado. Nessa classe, o lençol freático ocorreu próximo à superfície (média de 1,2 m de profundidade do lençol ao longo do ano), não sendo observados afloramentos do lençol freático em nenhuma época do ano; tais resultados permitiram classificar a fitofisionomia como Floresta Não Inundável de Transição. Nos trechos mais elevados e planos do cordão arenoso ocorre o

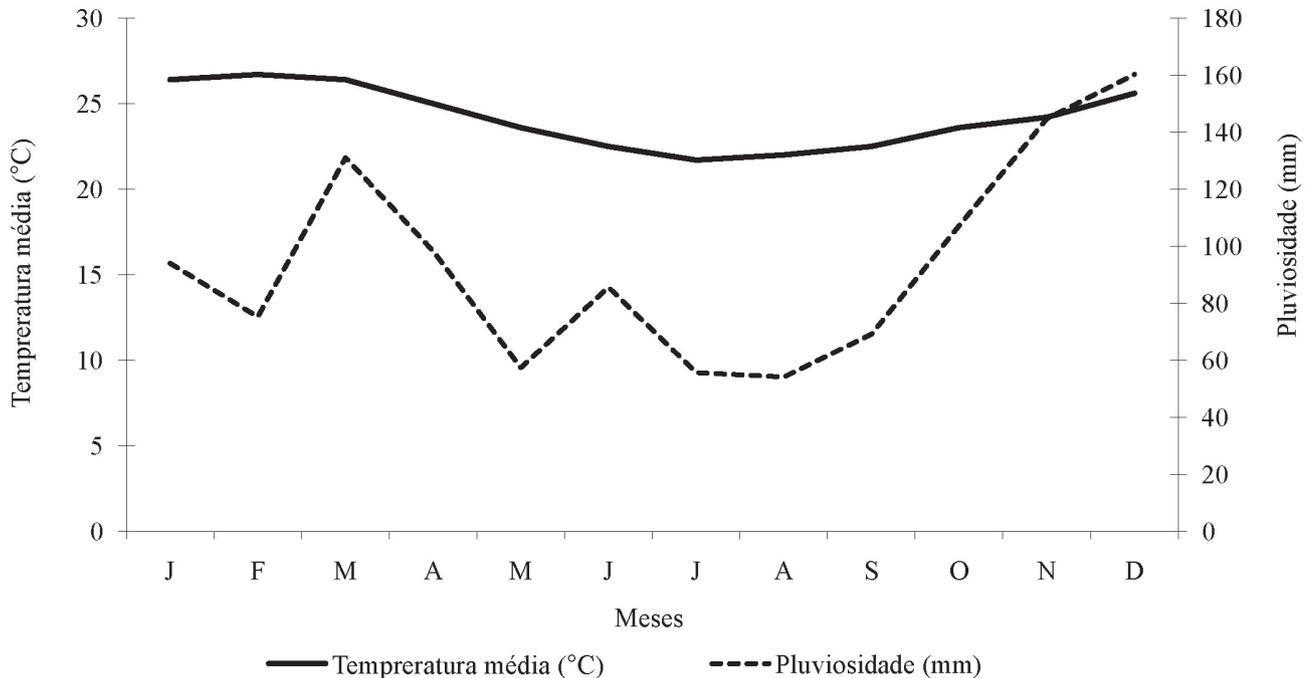


Figura 2. Diagrama ombrotérmico da cidade de Vitória, Espírito Santo. Fonte: INCAPER – Dezembro de 2008.

Neossolo Quartzarênico Órtico Espódico, excessivamente drenado, com lençol freático bem mais profundo, atingindo o máximo de -3 m a partir da superfície, onde ocorre a 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, concentrando as formações de horizontes espódicos mais nas bordas que no topo do cordão arenoso (Fig. 3).

Floresta Inundada (Organossolos Tiomórficos Sáprios 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 (Fig. 4). Entre as espécies arbóreas que caracterizam o dossel desta fisionomia estão: *Qualea cryptantha*, *Inga laurina*, *Calophyllum brasiliense* e *Eugenia* sp. nova. Nesta formação destaca-se a alta abundância, 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*, *Sapium glandulatum* e *Tibouchina trichopoda* também apresentam destaque na determinação desta 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 (Tab. 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 que tange à porcentagem de areia grossa, silte e argila. A quantidade de silte apresentou acréscimos com o aumento da profundidade do perfil. A cor do solo úmido não apresentou variações na análise, mantendo-se em 7,5 YR2,5/1, 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 (Tab. 2). Os valores de fósforo disponível (P) 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 e com teores muito elevados em H2, indicando formas de alumínio ligados à matéria orgânica.

Os valores de sódio (Na) se mostraram muito elevados nesta fisionomia, demonstrando o maior valor médio encontrado para este nutriente ($1,73 \text{ cmol/kg}^{-1}$) entre as formações estudadas. Os teores deste nutriente variaram em função da profundidade do perfil, mostrando teores mais elevados em Hc, 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.

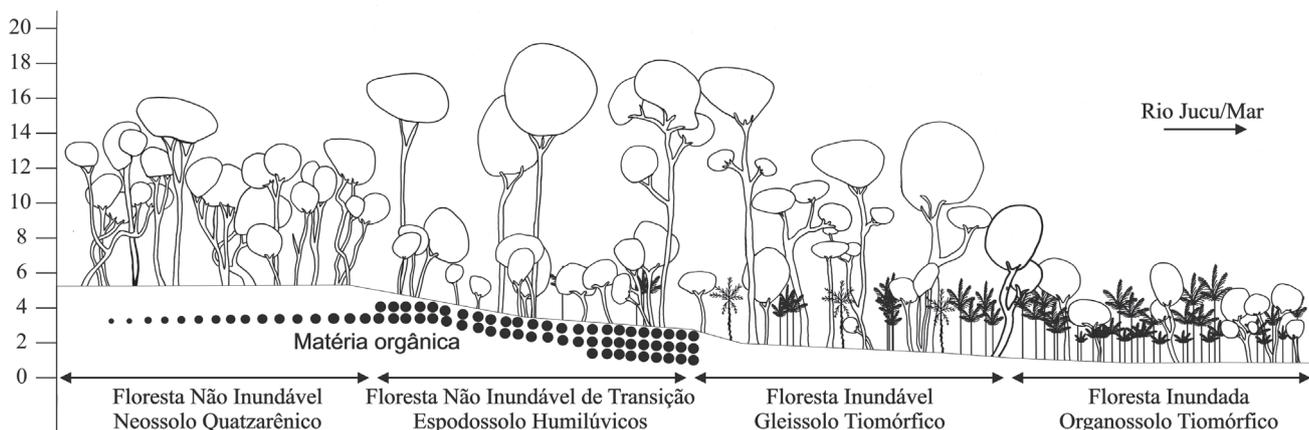


Figura 3. Perfil esquemático em posição perpendicular à margem do Rio Jucu e as relações pedológicas existentes nas fisionomias florestais no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

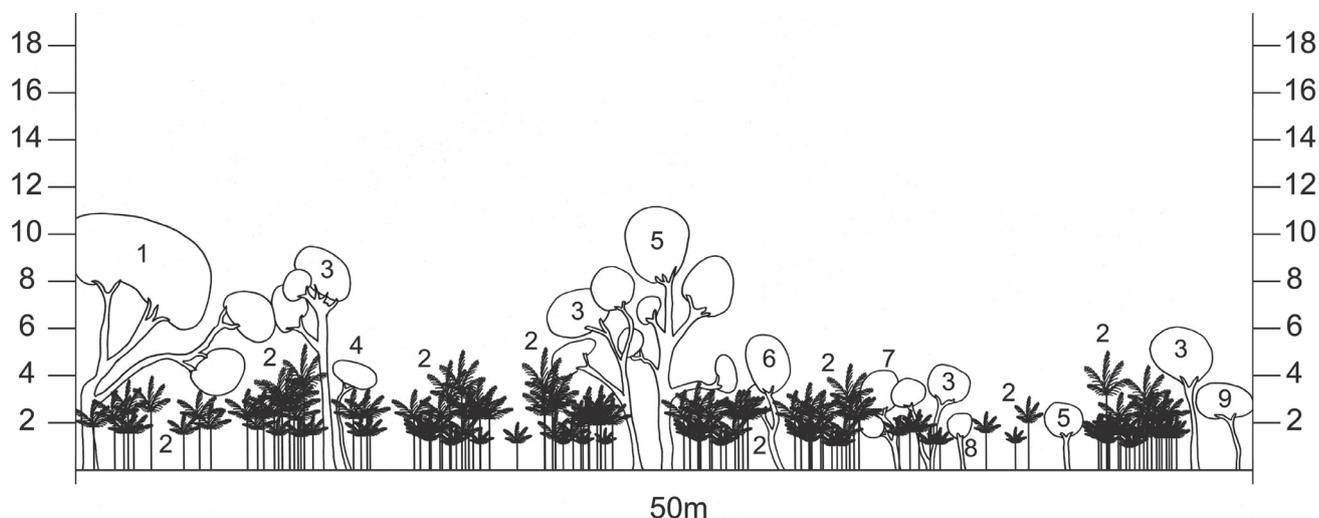


Figura 4. Diagrama de perfil (50x3m) da Floresta Inundada do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. (Espécies: 1. *Inga laurina* Willd.; 2. *Bactris setosa* Mart.; 3. *Qualea cryptantha* (Spreng.) Warm.; 4. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.; 5. *Calophyllum brasiliense* Cambess.; 6. *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg; 7. *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.; 8. *Tibouchina trichopoda* (DC.) Baill.; 9. *Eugenia* sp. nova).

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

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 (Fig. 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*, *Tapirira guianensis*, *Nectandra oppositifolia*, *Sloanea guianensis* e *Alchornea triplinervia*. Nesta formação, assim como na Floresta Inundada, destaca-se *Bactris setosa* que mostra expressiva densidade de indivíduos e se apresenta exclusiva do sub-bosque, juntamente com *Geonoma schottiana*. Além destas espécies, podem ser encontradas como características do

sub-bosque *Myrcia racemosa*, *Cyathea phalerata*, *Alibertia myrcifolia* e *Tovomita brasiliensis*. 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.

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 (Tab. 1). 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, 7,5 YR2,5/1, não apresentou variações ao longo do perfil. 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 (Tab. 2). Este solo demonstrou

Tabela 1. Análise física e textural das classes de solos sob as fisionomias estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

| Horizonte/cm | Areia Grossa | Areia Fina | Silte | Argila | Classe textural | Seco | Úmido |
|---|--------------|------------|-------|--------|-----------------------|------------|------------|
| | dag/kg | | | | | | |
| Floresta Inundada - Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos | | | | | | | |
| 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 |
| Floresta Inundável - Gleissolos Tiomórficos Húmicos sódicos | | | | | | | |
| 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 |
| Floresta Não Inundável de Transição - Espodosolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos | | | | | | | |
| 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 |
| Floresta Não Inundável - Neossolos Quartzarênicos Órticos espódicos | | | | | | | |
| 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 |

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, tendo sido registrado um aumento nos valores em função da profundidade.

Os valores de Na se mostraram muito elevados nos horizontes H1 e H2, tendo uma expressiva diminuição em Bh, o que é atípico. O comportamento do sódio neste perfil também se apresentou diferente do encontrado a Floresta Inundada. Na presente fitocenose, este nutriente obteve maiores concentrações em H2, seguido de H1, com menores valores em Bh. Estes resultados também foram expressos pelo índice de saturação de sódio (ISNa). O 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 Ca^{2+} foram médias em H1 e H2 e baixas em Bh.

Os teores de 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.

Floresta Não Inundável de Transição (Espodosolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos) - Essa fitofisionomia está localizada na zona de transição dos ambientes saturados hidricamente para aqueles sem influência do lençol freático. Essa formação é representada por espécies arbóreas entre 8 a 14 m de altura, onde algumas podem atingir até os 18 m, com maior heterogeneidade de espécies, sendo composta tanto por espécies características das áreas alagadas quanto das áreas livres de inundação (Fig.6). Entre as espécies arbóreas mais características desta formação estão *Tapirira guianensis*, *Protium heptaphyllum*, *Cupania emarginata*, *Matayba guianensis*, *Annona acutiflora*, *Casearia commersoniana*. O estrato médio (sub-bosque) é bem definido nessa formação, sendo representado por indivíduos arbustivos entre 2 e 4 m de altura. Entre as espécies características do sub-bosque estão *Annona acutiflora*, *Jacaranda puberula* e *Bactris vulgaris*. O estrato herbáceo é bem desenvolvido, estando representado por *Pseudamanas sagenarius* (Arruda) Camargo, *Dichorisandra thrysiflora* Mikan. e *Calathea* sp.

Tabela 2. Análise química das classes de solos sob as fisionomias estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES.

| Horizonte/cm | pH | | P | K | Na | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H+Al | SB | (t) | (T) | V | m | ISNa | MO |
|---|------|------|--------------------|------------------------|-------|------------------|------------------|------------------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | H2O | KCL | mg/dm ³ | cmolc/kg ⁻¹ | | | | | | cmolc/dm ³ | | | | % | | dag/Kg |
| Floresta Inundada - Organossolos Tiomórficos Sápricos solódicos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 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 |
| Floresta Inundável - Gleissolos Tiomórficos Húmicos sódicos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 |
| Floresta Não Inundável de Transição - Espodosolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 |
| Floresta Não Inundável - Neossolos Quartzarênicos Órticos espódicos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 |

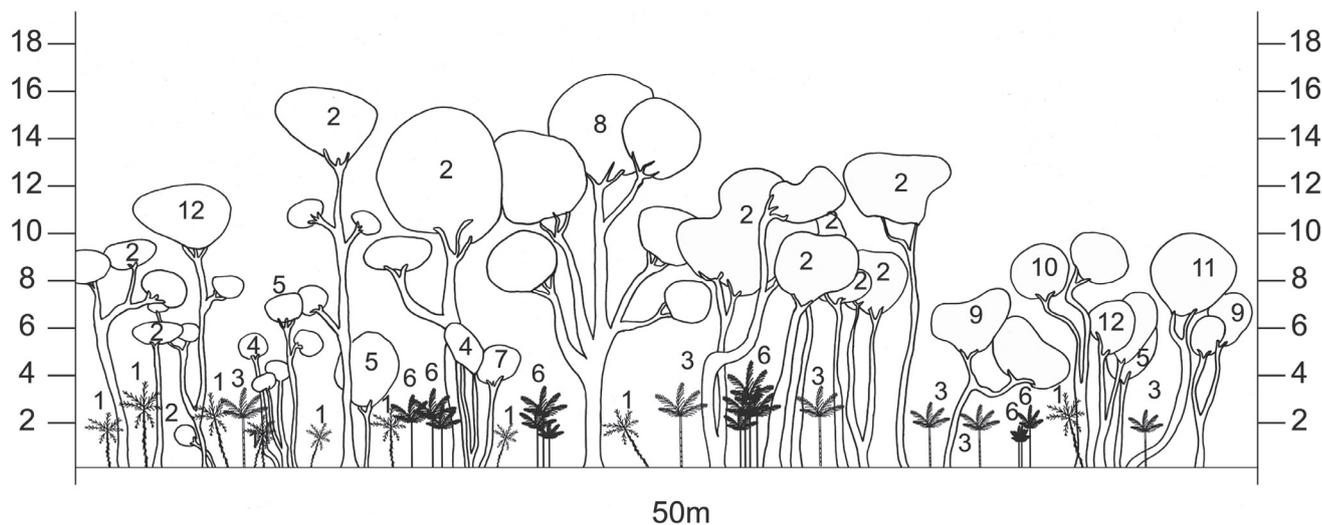


Figura 5. Diagrama de perfil (50x3m) da Floresta Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. (Espécies: 1. *Cyathea phalerata* Mart.; 2. *Symphonia globulifera* L. f.; 3. *Geonoma schottiana* Mart.; 4. *Dendropanax selloi* Marchand; 5. *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll. Arg.; 6. *Bactris setosa* Mart.; 7. *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand; 8. *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng; 9. *Sloanea guianensis* (Aubl.) Benth.; 10. *Tapirira guianensis* Aubl.; 11. *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns; 12. *Nectandra oppositifolia* Nees).

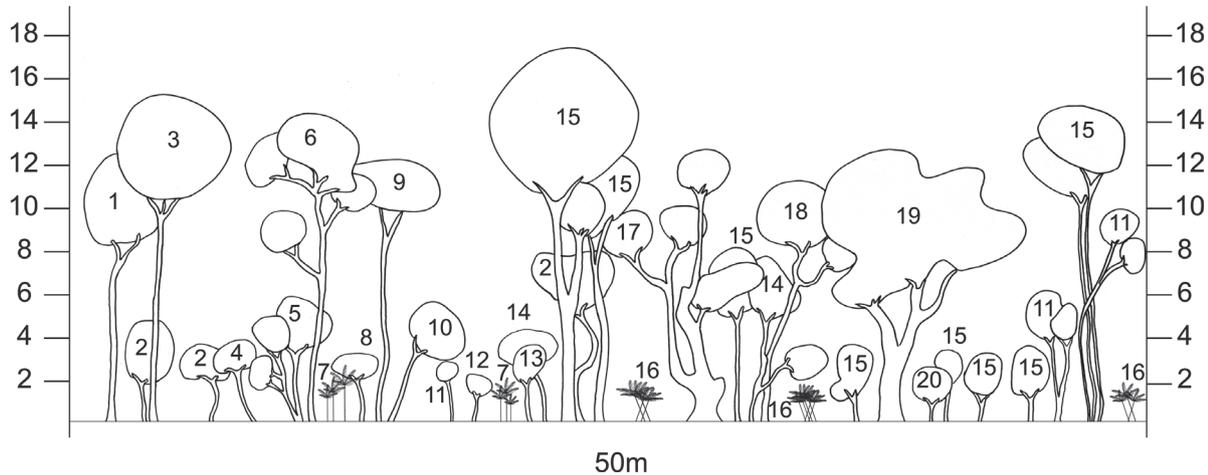


Figura 6. Diagrama de perfil (50x3m) da Floresta Não Inundável de Transição do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. (Espécies: 1 *Myrcia brasiliensis* Kiaersk.; 2 *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand; 3 *Pera glabrata* Baill.; 4 *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby; 5 *Maytenus obtusifolia* Mart.; 6 *Tapirira guianensis* Aubl.; 7 *Bactris setosa* Mart.; 8 *Andira fraxinifolia* Benth.; 9 *Cupania emarginata* Cambess.; 10 *Jacaranda puberula* Cham.; 11 *Dendropanax selloi* Marchand; 12 *Rauvolfia matfeldiana* Markgr.; 13 *Annona acutiflora* Mart.; 14 *Kielmeyera albopunctata* Saddi; 15 *Symphonia globulifera* L. f.; 16 *Bactris vulgaris* Barb. Rodr.; 17 *Gordonia fruticosa* (Schrad.) H. Keng; 18 *Tapirira guianensis* Aubl.; 19 *Matayba guianensis* Aubl.; 20 *Nectandra psammophila* Nees & Mart.).

Entre as espécies que caracterizam esta formação como um ambiente ecotonal estão *Symphonia globulifera*, *Bactris setosa*, *Sloanea guianensis* e *Myrcia brasiliensis*.

A análise física do solo indicou a classe textural de Areia até o horizonte Bh, passando para Areia-Franca em B5, que apresentou caráter dúpico, sendo classificado como Duripã (Tab. 1). 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.

O solo do perfil demonstrou um caráter fortemente ácido do horizonte A até Ebh, sendo extremamente ácido nos demais (Tab. 2). 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 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.

Os teores de 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 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 concen-

tração em profundidade, associados a maiores valores de capacidade de troca catiônica (CTC). A CTC média desta formação apresenta-se mais baixa que a encontrada para as formações inundadas e inundáveis.

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 (Fig. 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*, *Eugenia rostrata*, *Psidium cattleianum*, *Pera glabrata*, *Pouteria caimito*, *Pouteria coelomatica* e *Chamaecrista ensiformis*. O estrato médio (sub-bosque) apresenta-se bem definido, estando representado por indivíduos arbustivos entre 2 e 3 m de altura. Entre as espécies características do sub-bosque estão *Zollernia glabra*, *Plinia rivularis*, *Maytenus obtusifolia*, *Brasilopuntia brasiliensis*, *Campomanesia guazumifolia*. 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 (Tab. 1). Assim como o encontrado para Floresta Não Inundável de Transição, o solo possui baixa porcentagem de argila e silte, diminuindo 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 (Tab. 2). Nesta fisionomia, os valores de fósforo disponível demonstraram uma tendência a diminuição com a profundidade do perfil. As concentrações de P em todos os horizontes foram consideradas baixas,

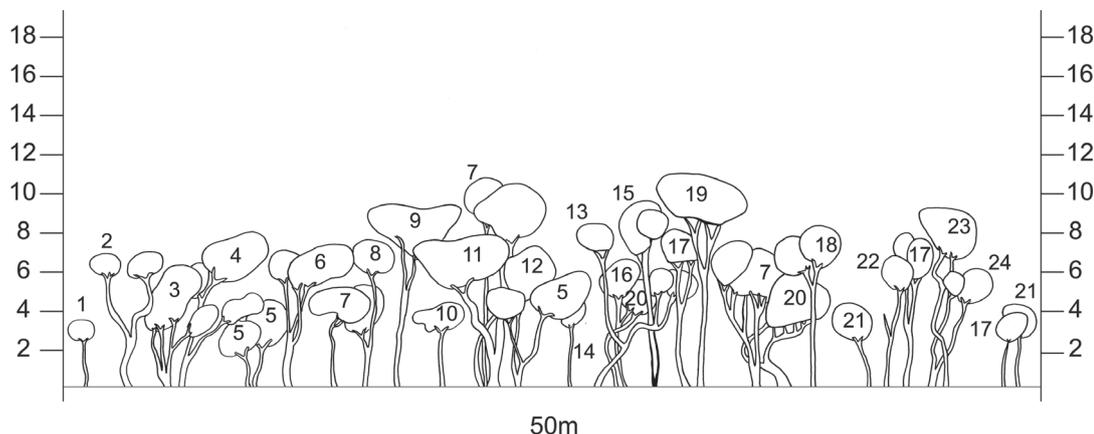


Figura 7. Diagrama de perfil (50x3m) da Floresta Não Inundável do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. (Espécies: 1 *Buchenavia capitata* (Vahl) Eichler; 2 *Pera glabrata* Baill.; 3 *Campomanesia guazumifolia* (Cam.) O. Berg; 4 *Micropholis venulosa* (Mart. & Eichler) Pierre; 5 *Eugenia rostrata* O.Berg; 6 *Maytenus obtusifolia* Mart.; 7 *Zollernia glabra* (Spreng.) Yakovlev; 8 *Cupania emarginata* Cambess.; 9 *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.; 10 *Xylopia laevigata* R.E. Fr.; 11 *Matayba guianensis* Aubl.; 12 *Ocotea lobbii* (Meisn.) Rohwer; 13 *Jacaranda puberula* Cham.; 14 *Brasilopuntia brasiliensis* (Willd.) A. Berger; 15 *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand; 16 *Plinia rivularis* (Cambess.) A.D.Rotman; 17 *Chamaecrista ensiformis* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby; 18 *Aspidosperma parvifolium* A. DC.; 19 *Pouteria coelomatica* Rizzini; 20 *Psidium cattleianum* Sabine; 21 *Trichilia casaretti* C. DC.; 22 *Ocotea glauca* (Nees) Mez; 23 *Kielmeyera albopunctata* Saggi; 24 *Gomidesia martiana* O. Berg).

nesta formação. Os teores de Al^{3+} apresentaram-se com baixas concentrações nos três primeiros horizontes, com concentrações ainda mais baixas em Ch, C1 e C2.

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

Análise de Gradiente - As florestas inundáveis e inundadas apresentaram os solos 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. 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 (Fig. 8). As concentrações de Mg, Na e Ca, com exceção do potássio (K), foram maiores nas Florestas Inundada e Inundável, decrescendo gradualmente para as demais formações (Fig. 9).

Os teores de MO demonstraram relação com a CTC, sendo os valores mais elevados na Floresta Inundada, decrescendo de forma gradual ao longo do gradiente (Fig. 10), indicando que não há muita contribuição da fração mineral (argila) na CTC, como já era esperado para solos arenosos. Os teores de Al^{3+} acompanharam a acidez extrema dos solos, excetuando o caso da Floresta Não Inundável, que mostrou valores mais baixos (Fig. 11). Esta é umas das condições que provavelmente contribuirão para a substituição de espécies existente no gradiente analisado.

O gradiente pedológico e hidrológico refletiram nos aspectos fitofisionômicos das formações estudadas. A Flo-

resta 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.

Variações hidrológicas – As quatro formações analisadas apresentaram diferenças em relação à altura do lençol freático durante o ano de 2008 (janeiro a dezembro) (Fig. 12). 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 m 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 à pluviosidade, apresentando valores de correlações positivas e significativas (Tab. 3). Não foi registrada nenhuma variação na flutuação do lençol em função da amplitude de maré.

Discussão

As maiores proporções de silte e argila das áreas de intercordão (Florestas Inundáveis e Inundadas) para áreas sobre os cordões arenosos (Florestas Não Inundáveis) foi reportada por Martin *et al.* (1997), que menciona 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

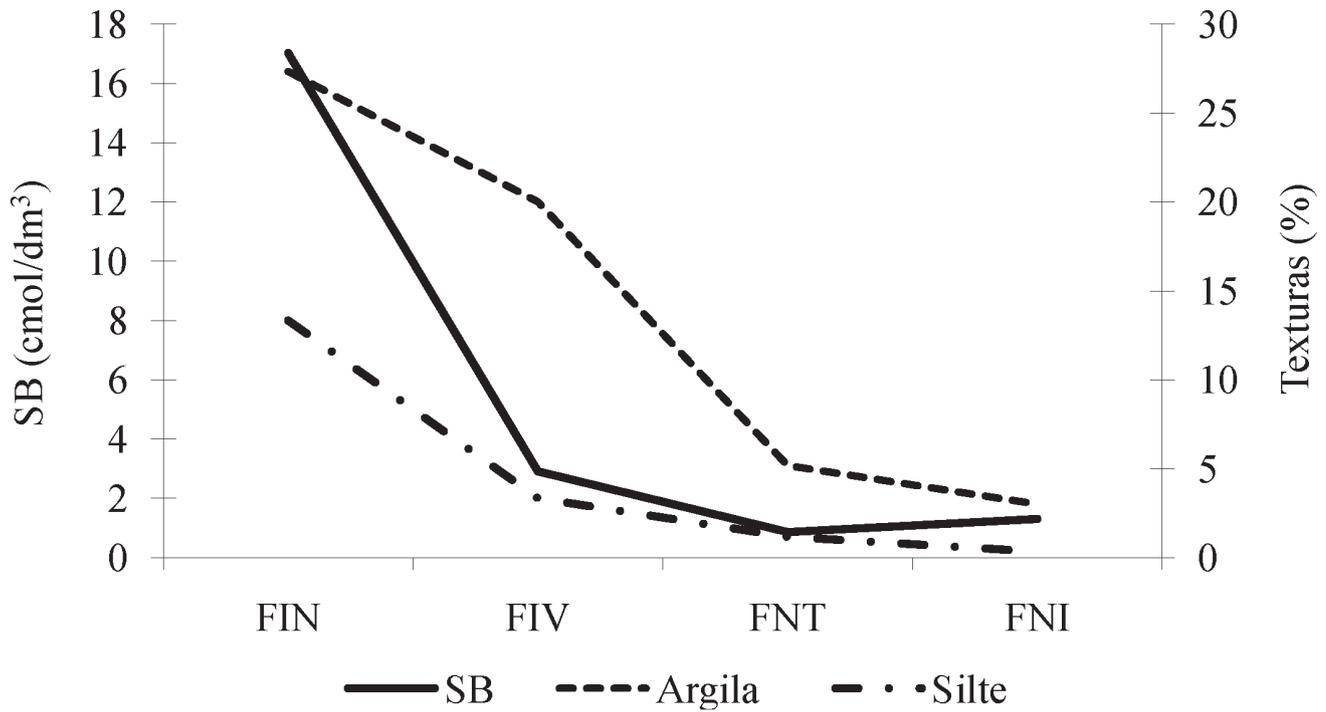


Figura 8. Porcentagens médias de silte e argila (coluna da direita, expressa em porcentagem) e soma de bases (SB – coluna da esquerda, expressa em cmol/dm³) em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

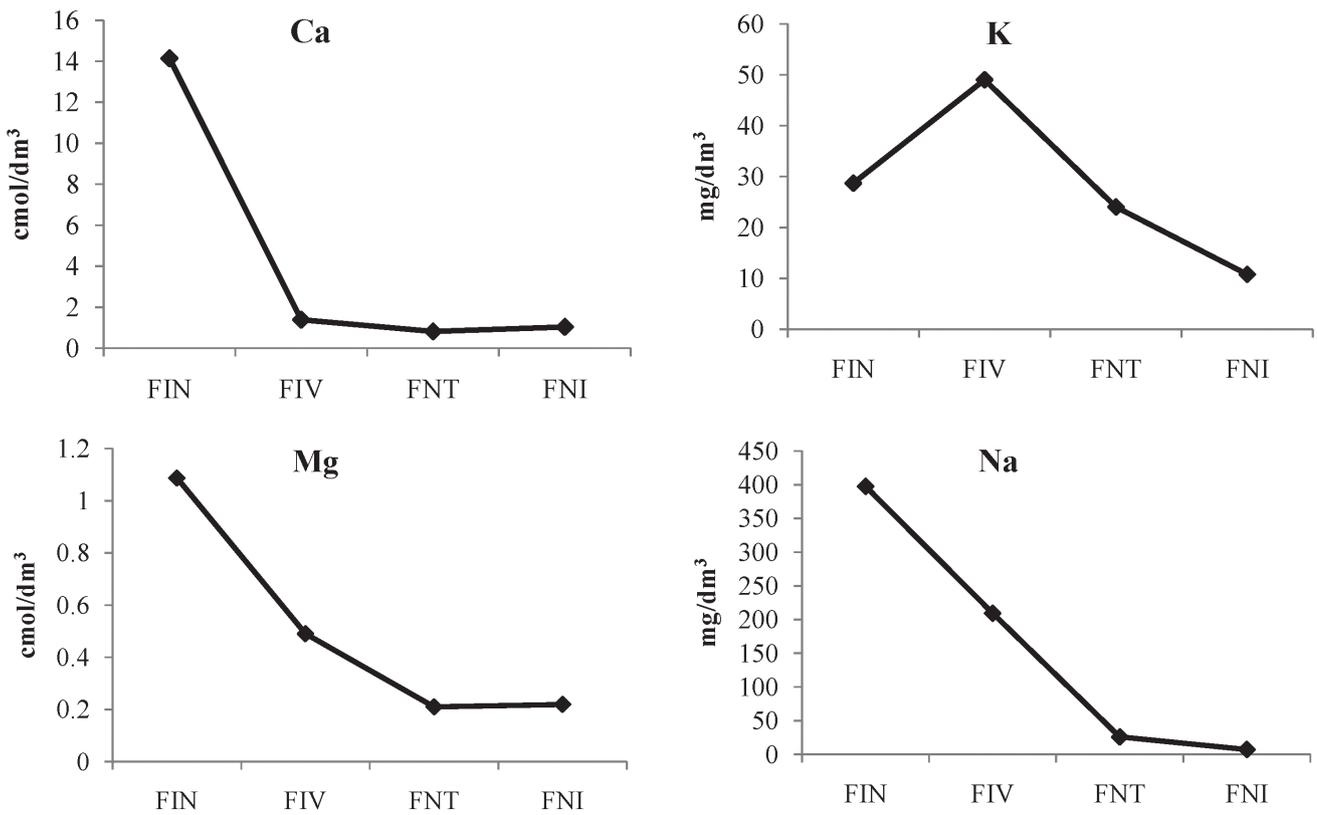


Figura 9. Teores médios de magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e cálcio em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

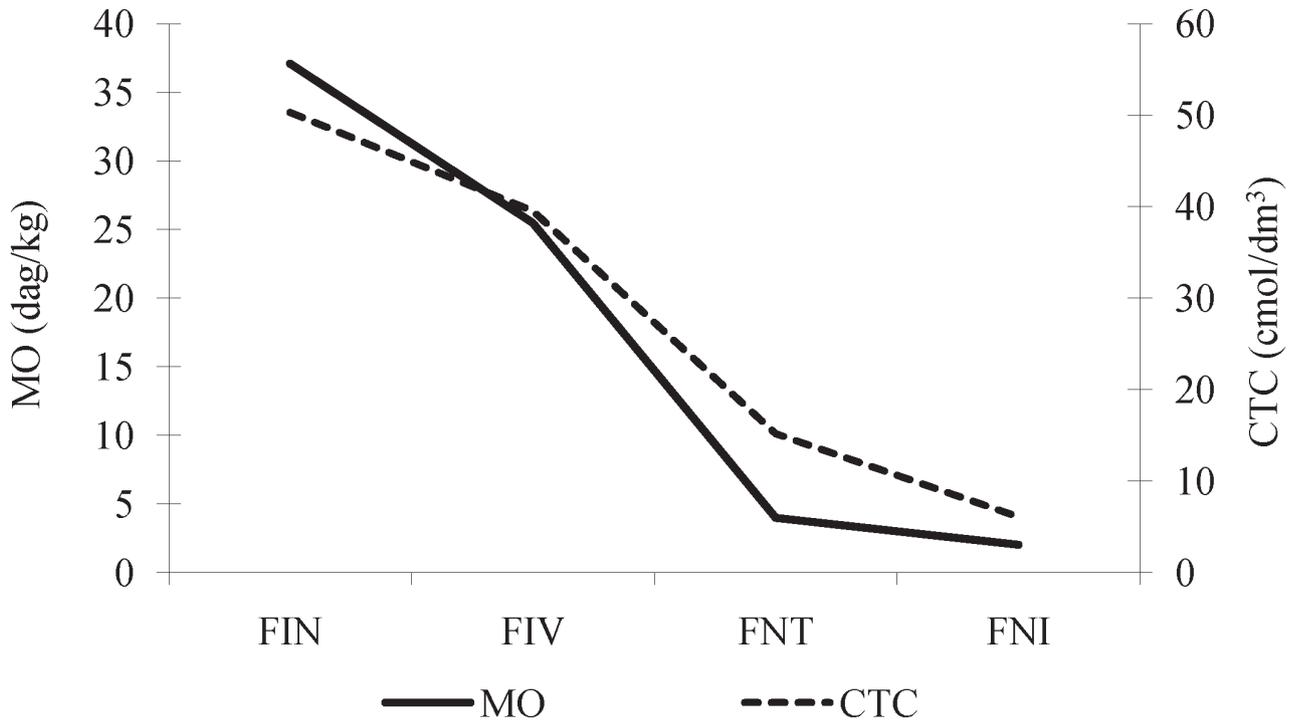


Figura 10. Relação dos teores médios de matéria orgânica (MO - coluna da direita) e capacidade de troca catiônica (CTC (T) - coluna da esquerda) em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

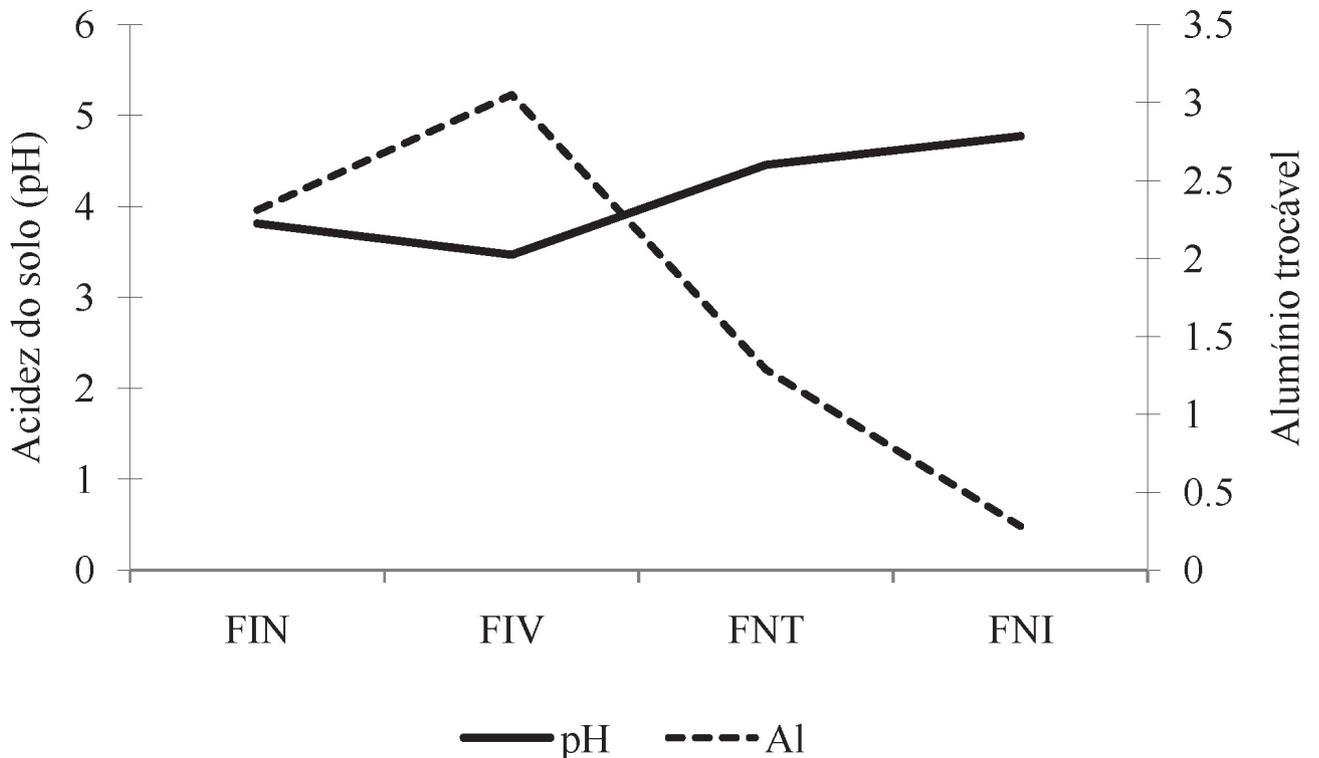


Figura 11. Relação dos teores médios de alumínio trocável e acidez em quatro formações estudadas no Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha/ES.

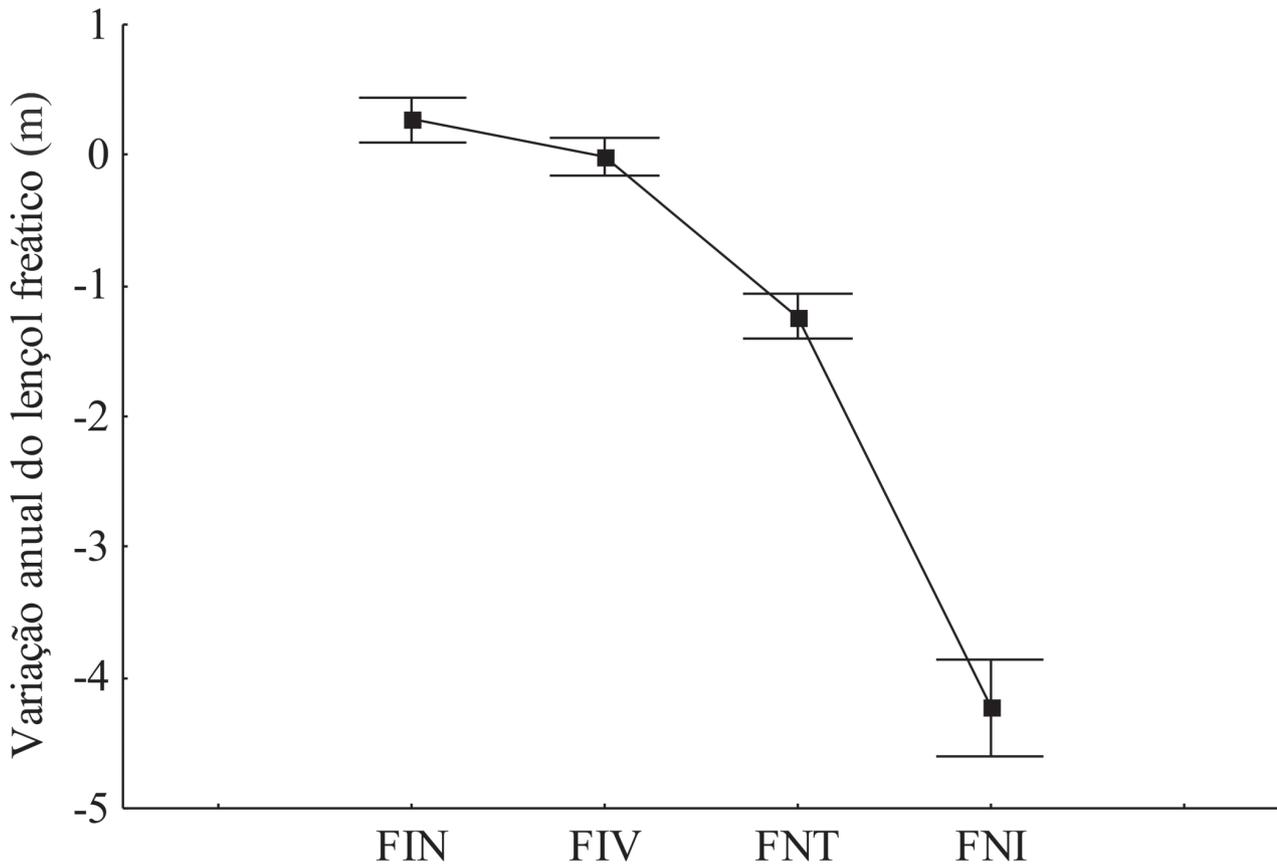


Figura 12. Flutuação do lençol freático em quatro formações florestais estudadas do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES. FIN=Floresta Inundada; FIV=Floresta Inundável; FNT=Floresta Não Inundável de Transição; FNI=Floresta Não Inundável.

Tabela 3. 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 |

e silte, além da formação de matéria orgânica, nos espaços intercordões. O 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 Brites (2005).

A maior predominância de areia em outras Florestas Não Inundáveis de Restinga também foi constatada por Fabris (1995), Guedes *et al.* (2006) e Brites (2005). Gomes *et al.* (2007) encontraram, na Restinga da Ilha do Cardoso, a predominância de areia para áreas de Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos, com areia franca em profundidade,

assim como foi encontrado no Espodosolo 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, que é formada 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 (Brites *et al.* 1997; Bigarella 2001; Brites 2005). Já para as classes texturais Franco-Argilo-Arenosa encontrada 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. Estes últimos reportam que os solos em áreas de florestas inundáveis 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. Essa 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 devido 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 (Fabris 1995; Cesar & Monteiro 1995; Guedes *et al.* 2006; Brites 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; Brites 2005; Ruivo *et al.* 2005).

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

O elevado teor de Al^{3+} nas formações inundadas e/ou nas inundáveis é reflexo dos baixos valores de pH, devido aos alagamentos existentes nestas formações, como mencionado por Brites (2005) e Guedes *et al.* (2006), em solos sob formações florestais inundáveis de Restinga.

Os maiores teores de P encontrados sob Floresta Não Inundável de Transição podem ter ocorrido em função das concentrações laterais da matéria orgânica que migrou. Entretanto, os elevados valores de P 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 P em formações florestais não inundáveis de Restinga são considerados baixos (Fabris 1995; Brites 2005), contudo, Guedes *et al.* (2006) encontrou concentrações mais elevadas de P em camadas superficiais de solos orgânicos sob florestas inundáveis na Restinga de Bertioga/SP.

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 Na (Rossi & Mattos 2002). As baixas concentrações de

P nesta fisionomia também são limitantes, haja vista, que esse macronutriente é essencial para desenvolvimento da planta (Larcher 2000). A profundidade da camada orgânica, altura e permanência da inundações são fatores que atuam na seleção das espécies que podem se desenvolver nestes ambientes, bem como no desenvolvimento fitofisionômico, como demonstrado por diversos autores (Toniato *et al.* 1998; Ivanauskas & Rodrigues 2000; Sztutman & Rodrigues 2002).

O maior desenvolvimento estrutural de florestas periodicamente inundadas de depressões intercordões de Restingas em relação a outras fisionomias foi relatado em outros estudos da costa brasileira (Araujo *et al.* 1997; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Brites 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 comparação com as Florestas Não Inundáveis, sendo estas características impostas pelas condições de saturação hídrica sazonal e solos ricos em sais. Estes fatores, ainda que em menor intensidade que na Floresta Inundada, atuam fortemente na seleção de espécies (Larcher 2000; Sztutman & Rodrigues 2002; Menezes-Silva & Brites 2005; Menezes & Araujo 2005; Guedes *et al.* 2006). Outro fator limitante das florestas Inundada e Inundável é o pH extremamente baixo, ou seja, solos muito ácidos, afetando assim as concentrações de Al^{3+} .

Entre as condições que podem ter contribuído para o maior porte da formação de Floresta Não Inundável de Transição está a diminuição 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 à Floresta Não Inundável de Transição está associado a menores teores relativos de nutrientes, menor teor de MO e CTC e mais restrições hídricas.

As quatro fisionomias florestais de Restinga aqui estudadas – Florestal inundada, Florestal inundável, Florestal não inundável de transição e Florestal não inundável – mostram-se associadas a diferentes classes de solos e influências de inundações, havendo, portanto, um evidente controle pedológico e hidrológico nas características fitofisionômicas dessas florestas, bem como em suas espécies características.

Entre os atributos pedológicos que se destacaram nas limitações fisionômicas estão os teores de MO, P, Al^{3+} , e Na, podendo ser assim considerados fatores que favorecem ou restringem o estabelecimento de desenvolvimento das comunidades vegetais em Restinga.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de estudo do primeiro autor, a Mariana F. Rocha, Fabio A. Mattos, Guilherme Resende, Herivelton Borges, Vinicius Cordeiro (Vico), Geanna Correia, Marcelo Belisário, André Assis, entre outros pelo grande auxílio nas atividades de campo e a prefeitura de Vila Velha pela autorização do estudo na área do Parque Natural Municipal de Jacarenema.

Referências bibliográficas

- Araujo, D.S.D. de; Scarano, F.; 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: Esteves, F.A. (ed.) **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé, RJ**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 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**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR.
- 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.
- Costa, C.S.B.; Irgang, B.E.; Peixoto, A.R. & Marangoni, J.C. 2003. 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.
- 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 Bertoga, 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**. Rio de Janeiro, Projeto Radambrasil.
- IPEMA (Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica) 2005. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: cobertura florestal e unidades de conservação**. Vitória, Programa Centros para Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil. IPEMA.
- 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.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima Artes e Textos.
- 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.
- 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**. Belo Horizonte, CPRM/FAPESP.
- 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.
- 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**. Seropédica, Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- 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**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR.
- 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, Museu Paraense Emilio Goeldi/Sociedade Botânica do Barsil.
- 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 Algodão/Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Ciências Naturais** 1(1): 227-234.
- Sztzman, M. & Rodrigues, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera - 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.
- Ule, E. 1901. Die vegetation von Cabo Frio an der Kusten von Brasilien. **Botanische Jahrbücher für Systematik** 28: 511-528.